

明 細 書

排気ガス浄化装置及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ディーゼル機関、ガス機関、ガソリン機関あるいはガスタービン機関等の内燃機関又は焼却炉やボイラ等の燃焼機器の排気ガスを浄化する装置に関し、特に排気通路内に設置されて主として窒素酸化物とすす等の粒子状物質を除去する排気ガス浄化装置に関する。

背景技術

[0002] 排気ガス浄化の対象となる物質は、窒素酸化物、一酸化炭素、未燃炭化水素及びすす等粒子状物質であるが、これらの物質を浄化する装置については、従来各種開発されている。

[0003] 窒素酸化物(NO_x)を低減するための装置としてはアンモニアや尿素を還元剤として用いた還元触媒を排気通路中に設置し、窒素酸化物を選択的に還元する脱硝装置等が実用化されている。また、比較的小型のガス機関や自動車用ガソリン機関では、窒素酸化物、一酸化炭素(CO)及び未燃炭化水素(HC)の三者を同時に分解できる三元触媒が開発されており、排気ガスの効果的な浄化に寄与している。

[0004] しかし、前記三元触媒は、理論空燃比又はそれに近い範囲内で運転されている時には有効に浄化作用を発揮するが、それ以外の条件下、特に空気(酸素)過剰な排気ガス中では有効に作用しないことが判明している。これに対処するため、空気過剰状態で運転されるガス又はガソリン機関においては、前記空気(酸素)過剰条件での運転時に一時的に窒素酸化物を吸収材に吸収しておき、次に燃料過剰条件で運転することにより、前記吸収した窒素酸化物を放出・還元する窒素酸化物吸収触媒方式が実用化されている。

[0005] しかし、窒素酸化物吸収触媒方式は、燃料中の硫黄成分に由来する排ガス中の硫黄酸化物(SO_x)によって触媒が被毒し、窒素酸化物の浄化能力が急激に減少することが判明しており、そのため低硫黄含有燃料を使用する機関においてのみ使用されているのが現状である。なお、窒素酸化物浄化塔内において吸収材により窒素酸

化物を吸収し、同じ窒素酸化物浄化塔内において燃焼することにより、吸収材に吸着されている窒素酸化物を還元すると共に硫黄酸化物等を放出する構成の浄化装置(特許文献1)も開発されているが、吸収材を内蔵する浄化塔内で燃焼する構成のため、現実的に吸収材の耐久性が問題となる。

[0006] また、すす等の粒子状物質の除去には、電気集塵器やDPFが実用化されている。該DPFは、フィルターにより粒子状物質を物理的に捕獲し、電気ヒータ等により、前記捕獲した粒子状物質を焼却除去するようになっているが、最近では、酸化作用のある触媒成分を微粒子フィルターに担持させ、粒子状物質を連続的に除去できるDPFも開発されている。

特許文献1:特開2003-27927号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 前記三元触媒では、既に説明しているように、空気過剰条件で運転される内燃機関や燃料機器では触媒機能を発揮させることができず、また、小型のガス機関や自動車用ガソリン機関で実用化されている前記窒素酸化物吸収触媒方式では、硫黄酸化物や粒子状物質が含まれる排氣中では、その浄化能力を効果的に発揮することは困難である。

[0008] 産業用内燃機関や燃焼機器及び船舶用内燃機関では、空気過剰条件で運転されているものが殆どであり、また、硫黄成分が含まれる燃料を使用していることから、排氣ガス中には硫黄酸化物や粒子状物質が多く含まれており、そのような排氣ガス中でも、性能が十分に発揮できる排氣ガス浄化装置が要望されている。

[0009] なお、アンモニアや尿素等を用いて窒素酸化物を選択的に還元する脱硝装置は、比較的大型の産業用内燃機関や燃焼機器に適用されているが、装置自体が大掛かりで非常に高価なものであり、また、還元剤のアンモニアや尿素の維持費も高くなる。さらに、消費されないアンモニアが大気中に放出される可能性も大きい。

[0010] (発明の目的)

本発明の目的は、主として空気過剰条件で運転する内燃機関又は燃焼機器において、排氣ガス中の窒素酸化物、すす等の粒子状物質、一酸化炭素及び未燃炭化

水素を除去でき、しかもその浄化能力を低下させることなく維持できる排気ガス浄化装置を提供することである。また、従来のように硫黄酸化物の被毒による触媒の劣化を少なくし、硫黄成分を多く含むような燃料でも性能が十分に発揮できるようにすることも目的としている。

課題を解決するための手段

- [0011] 前記課題を解決するために本願請求項1に記載した基本的な発明は、内燃機関又は燃焼機器の排気通路に設置される排気ガス浄化装置において、窒素酸化物を一時的に吸着し、該吸着した窒素酸化物を昇温又還元雰囲気で脱離する窒素酸化物吸着材と、該窒素酸化物吸着材より排気上流側に配置され、排気を昇温又は還元雰囲気にする吸着物質脱離手段と、前記窒素酸化物吸着材より排気下流側に配置され、燃料供給手段及び着火手段から構成された燃焼装置とを、排気通路内に備えている。
- [0012] 請求項2記載の発明は、請求項1記載の排気ガス浄化装置において、前記燃焼装置は、前記燃料供給手段から供給される燃料と前記窒素酸化物吸着材からの排気ガスによって燃料過剰条件で燃焼する燃料過濃燃焼領域と、該燃料過濃燃焼領域の排気下流側に位置すると共に、前記燃料過濃燃焼領域からの排気ガスと空気供給手段からの空気により空気過剰条件で燃焼する燃料希薄燃焼領域とを有している。
- [0013] 請求項3記載の発明は、請求項1又は2に記載の排気ガス浄化装置において、前記排気通路を複数の分岐排気通路に分岐しており、各分岐排気通路の排気入口には排気ガスを遮断可能な排気ガス遮断手段を設け、各分岐排気通路内には、前記窒素酸化物吸着材と、前記窒素酸化物吸着材より排気上流側に配置され、空気供給手段を有すると共に、該空気供給手段から供給される空気を昇温又は還元雰囲気にする吸着物質脱離手段と、前記窒素酸化物吸着材より排気下流側に配置された前記燃焼装置を、それぞれ備えている。
- [0014] 前記吸着物質脱離手段として各種構成のものを適用できるが、本願では、昇温手段と還元剤供給手段からなる吸着物質脱離手段、発熱抵抗体からなる吸着物質脱離手段、吸着物質脱離用燃料供給手段からなる吸着物質脱離手段、吸着物質脱離

用燃料供給手段と該吸着物質脱離用燃料供給手段より排気下流側に配置される酸化作用を有する触媒からなる吸着物質脱離手段、又は吸着物質脱離用空気供給手段と吸着物質脱離用燃料供給手段と吸着物質脱離用着火手段からなる脱離用燃焼装置を適用している。

- [0015] 粒子状物質を捕獲するために、窒素酸化物吸着材の排気上流側に、粒子状物質捕獲用の微粒子フィルターを配置するか、あるいは窒素酸化物吸着材自身の形状を、粒子状物質捕獲可能な物理的形狀に形成することができる。前記微粒子フィルターは、粒子状物質を捕獲するだけの機能を有する構造でも良いが、酸化作用を有する触媒を含み、連続的に粒子状物質を酸化できる構造のものを採用することもできる。また、窒素酸化物吸着材自身の具体的形狀としては、たとえば担体のハニカムを1セルずつ排気流れ方向の交互にその端を塞いだ構造としたもの(目封じタイプ又はウォールフロータイプ)を採用でき、それにより効果的に粒子を除去できる。
- [0016] 排気ガス中に硫黄酸化物が含まれていても、窒素酸化物吸着材の性能を十分に発揮させるために、窒素酸化物吸着材の排気上流側に硫黄酸化物吸着材を配置することができる。
- [0017] 前記燃料希薄燃焼領域を形成するために用いる燃焼装置の空気供給手段は、過給機付内燃機関の場合には、過給機の圧縮機の出口部分に接続して、過給機からの圧縮空気を利用することもできる。
- [0018] 前記吸着物質脱離手段として吸着物質脱離用燃焼装置を設ける場合には、吸着物質脱離用燃焼装置及び/又は吸着材下流側に配置された燃焼装置に保炎機構を備えることができる。この保炎機構は、排気ガスの流れを部分的に遮断することにより、排気ガスの流速を遅くし、さらに逆流領域(渦領域)を形成し、火炎を保持する機構である。排気ガスを旋回羽根等で旋回させ、それにより排気ガスの循環領域を形成するようにすることもでき、また、少量の空気を供給して、燃料供給手段の近傍に高酸素濃度領域を形成させる手段も有効である。
- [0019] 排気通路が接続される内燃機関が圧縮着火式の場合には、内燃機関の筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁を制御することにより、吸着物質脱離手段として利用することができる。たとえば機関膨張行程もしくは排気行程において二次燃料を噴射

させるか、又は、噴射時期を遅延させることにより、排気ガスの温度を上昇させ、さらにCOやHCを供給することで、窒素酸化物吸着材の窒素酸化物を脱離させる。また、空気過剰条件で運転されるガソリン機関及びガス機関においても、一時的に燃料過剰運転させることで排気温度を上昇させ、還元雰囲気を作ることで、NO_xを脱離させることができる。

- [0020] また、燃焼装置の燃料希薄燃焼領域の排気下流側に熱交換器を配置し、該熱交換器を前記吸着物質離脱手段の空気供給手段に接続し、前記熱交換器において燃料希薄燃焼領域からの排気ガスと熱交換されて昇温した高温空気を、前記吸着物質離脱手段の空気供給手段に利用することができる。
- [0021] 排気通路を複数の分岐排気通路に分岐する構成において、各分岐排気通路の前記燃料希薄燃焼領域の排気下流側にそれぞれ開閉弁を有する大気開放部を設け、各分岐排気通路の大気開放部よりも排気下流側部分を合流排気通路に合流すると共に、該合流部に、各分岐排気通路を選択的に下流側排気通路に接続する出口側切替弁を設け、通常運転時には、開閉弁を閉じて分岐排気通路の排気ガスを下流側排気通路に排出し、吸着物質離脱手段(昇温手段等)と燃焼装置が作動している時には、開閉弁を開いて分岐排気通路の排気ガスを大気に放出するように構成することもできる。
- [0022] 本発明は、前記各排気ガス浄化装置の制御方法も特徴としており、請求項2又は3に記載された排気ガス浄化装置の制御する方法において、前記窒素酸化物吸着材の排気上流側に温度検知手段を配置し、前記窒素酸化物吸着材の排気下流側に窒素酸化物吸着材による吸着量を検出する吸着量検知手段を配置し、通常運転時の窒素酸化物吸着材による吸着量を前記吸着量検知手段により検知し、吸着量が所定量に達した時に前記吸着物質離脱手段を作動させると共にあるいは遅らせて燃焼装置を作動させ、燃料過濃燃焼領域では、窒素酸化物吸着材からの排気ガスと燃料供給手段から供給される燃料とで構成される混合気が燃料過剰となるように制御し、燃料希薄燃焼領域では、窒素酸化物吸着材からの排気ガスと燃焼装置の空気供給手段から供給される空気で構成される混合気が空気過剰となるように制御し、前記吸着量検知手段によって窒素酸化物吸着材の吸着物がすべて脱離した状態を検知

すると、前記吸着物質脱離手段と燃焼装置の作動を停止し、通常運転状態に戻るよう正在する。

- [0023] 前記制御方法において、通常運転時は排気ガスに含まれる窒素酸化物は窒素酸化物吸着材により吸着され、一酸化炭素や炭化水素等の未燃分は、窒素酸化物吸着材に含まれる酸化作用を有する触媒成分により酸化され、無害化される。粒子状物質が含まれる場合は、窒素酸化物吸着材の形状を粒子状物質の捕獲に適した形状とすることにより、捕獲净化される。窒素酸化物吸着材の窒素酸化物吸着量が所定量(たとえば飽和量)に達すると、昇温手段等の窒素酸化物脱離手段によって窒素酸化物吸着材を昇温させて窒素酸化物を脱離させ、排気下流の燃料過濃燃焼領域で還元除去し、また、内燃機関又は燃焼機器から排出される一酸化炭素や炭化水素又は粒子状物質等は、排気下流の燃料希薄燃焼領域で酸化除去する。さらに、前記捕獲した粒子状物質は、窒素酸化物吸着材を昇温する際に焼却除去することができる。さらに、硫黄酸化物が排気ガス中に含まれる場合には、窒素酸化物吸着材の材質を、硫黄酸化物を吸着しにくい材質とするか、または、吸着されても、硫黄酸化物脱離温度まで吸着材を昇温し、また、必要に応じて還元雰囲気とすることにより、硫黄酸化物を脱離させ、窒素酸化物吸着材を再生する。
- [0024] 複数の分岐排気通路を有する排気ガス浄化装置の制御方法においては、各分岐排気通路に、前記窒素酸化物吸着材の排気上流側に温度検知手段を配置し、前記窒素酸化物吸着材の排気下流側に吸着量検知手段を配置し、少なくとも1つの分岐排気通路に内燃機関又は燃焼機器からの排気ガスを流入させ、通常運転時の窒素酸化物吸着材による吸着量を前記吸着量検知手段により検知し、吸着量が所定量に達した時に、前記分岐排気通路への排気ガス流入を排気ガス遮断手段により遮断し、前記吸着物質脱離手段を作動させると同時にあるいは早めるかもしくは遅らせて燃焼装置を作動させ、前記分岐排気通路内の燃料過濃燃焼領域では、内燃機関等からの排気ガスと燃焼装置の燃料供給手段から供給される燃料とで構成される混合気が燃料過剰となるように制御し、燃料希薄燃焼領域では、燃料過濃燃焼領域からの排気ガスと燃焼装置の空気供給手段から供給される空気で構成される混合気が空気過剰となるように制御し、前記吸着量検知手段によって窒素酸化物吸着材の吸

着物がすべて脱離した状態を検知すると、前記吸着物質脱離手段と燃焼装置の作動を停止し、通常運転状態に戻るようにし、すべての分岐排気通路が同時に排気ガス遮断を行わないように、前記制御を分岐排気通路毎に行うようにすることができる。

[0025] 前記分岐排気通路型排気ガス浄化装置の制御方法においては、通常運転と再生運転を各分岐排気通路に交互又は順に行う。たとえば、2つの分岐排気通路を有する場合は、内燃機関又は燃焼機器の排気ガスを、まず、一方の分岐排気通路に流入させ、窒素酸化物吸着材への窒素酸化物の吸着量が所定量(たとえば飽和量)に達すると、一方の分岐排気通路を遮断すると共に他方の分岐排気通路を内燃機関に接続し、排気ガスを流入させる。すなわち、他方の分岐排気通路により通常運転状態を受け継ぎ、前記一方の分岐排気通路は再生運転を行う。

[0026] さらに、排気ガス浄化装置の制御方法において、前記窒素酸化物吸着材の排気上流側に温度検知手段及び圧力検知手段を配置し、前記窒素酸化物吸着材の排気下流側に吸着量検知手段を配置し、通常運転時における窒素酸化物吸着材の排気上流側の排気ガス圧力を圧力検知手段により検知すると共に、窒素酸化物吸着材による吸着量を前記吸着量検知手段により検知し、捕獲した粒子状物質が多くなり、排気通路の排気ガス圧力が所定値に達した時又は吸着量が所定量に達した時のいずれか早い時に前記吸着物質脱離手段を作動させると同時にあるいは早めるかもしくは遅らせて燃焼装置を作動させるように制御する。なお、窒素酸化物吸着材の上流側に微粒子フィルターやSO_x吸着材を配置する場合は、圧力検知手段は、微粒子フィルターやSO_x吸着材の上流側に配置する。

発明の効果

[0027] まず、本発明による基本的な作用を簡単に説明すると、通常運転中は吸着物質脱離手段及び燃焼装置は停止させており、内燃機関等から排出される排気ガス中の窒素酸化物は窒素酸化物吸着材に吸着される。排気ガス中の炭化水素や一酸化炭素等の未燃分は、窒素酸化物吸着材に含まれている酸化作用を有する触媒により酸化され、無害化される。窒素酸化物吸着材の吸着量が所定量(たとえば飽和量)に達すると、吸着物質脱離手段及び燃焼装置を作動させ、窒素酸化物吸着材から窒素酸化物を脱離させると共に、燃焼装置に送りこみ、たとえば燃焼装置の燃焼火炎内

での局所燃料過濃燃焼領域で還元除去する。再生運転中、排気ガス中の炭化水素や一酸化炭素又は粒子状物質については、燃焼装置の過濃燃料領域外において酸化除去する。さらに、硫黄酸化物が排気ガス中に含まれる場合には、窒素酸化物吸着材の材料を硫黄酸化物が吸着しにくい構成とするか、あるいは吸着されても、吸着物質脱離手段を利用して硫黄酸化物脱離温度まで吸着材を昇温させ、あるいは還元雰囲気にさせて吸着材から脱離させ、吸着材の被毒化を防止する。このような基本的な作用を有する本発明は、次のような効果を奏する。

- [0028] (1)特に、空気過剰条件で運転が行われるような内燃機関又は燃焼機器において、通常運転中、排気ガス中の窒素酸化物を窒素酸化物吸着材により効率良く吸着し、再生運転において燃焼装置により焼却除去して排出することができ、また、硫黄酸化物による窒素酸化物吸着材への被毒も防止でき、浄化能力を持続させることができる。
- [0029] (2)前記燃焼装置内の排気上流側に燃料過濃燃焼領域を、排気下流側に燃料希薄燃焼領域を形成することにより、前記窒素酸化物吸着材から脱離された窒素酸化物は漏れなく前記燃料過濃燃焼領域を通過することになり、窒素酸化物の還元除去率が向上する。
- [0030] (3)排気通路を2以上の分岐排気通路に分岐し、各分岐排気通路内に、前記単一の排気通路構造の場合と同様の吸着物質脱離手段、窒素酸化物吸着材及び燃焼装置を上流側から順に配置する構造としていると、少なくとも一本の分岐排気通路に内燃機関等からの排気ガスを流し、残りの分岐排気通路は排気ガスを遮断して、再生運転を行うことができる。これにより、再生運転状態の分岐排気通路への排気ガスは遮断された状態であるので、内燃機関又は燃焼機器の排気ガス量に関係なく、再生運転状態の分岐排気通路内への空気量を自由に設定できる。したがって、通常運転状態の分岐排気通路とは独立に、再生運転状態の分岐排気通路の空気量を少なく設定でき、窒素酸化物吸着材から窒素酸化物を脱離させるために消費するエネルギー(燃料流量)と燃焼装置に供給する燃料流量を少なく設定でき、燃料コストの節約が達成できる。
- [0031] (4)吸着物質脱離手段として、昇温手段と還元剤供給手段を備えていると、還元剤

を投入することで、窒素酸化物及び硫黄酸化物の窒素酸化物吸着材からの脱離を効率よく行うことができる。

- [0032] (5) 吸着物質脱離手段として、たとえば電気ヒータ等の発熱抵抗体を備えていると、確実かつ迅速に昇温できる。
- [0033] (6) 吸着物質脱離手段として、吸着物質脱離用燃料供給手段を備えていると、供給される燃料が還元剤の役割を果たし、また、窒素酸化物吸着材に含まれる酸化作用を有する触媒上で酸化される時の発熱を利用することができる。
- [0034] (7) 吸着物質脱離手段として、吸着物質脱離用燃料供給手段と該吸着物質脱離用燃料供給手段より排気下流側に配置される酸化作用を有する触媒とを備えていると、窒素酸化物吸着材に含まれる酸化作用を有する触媒上で酸化される時に発熱し、この熱を脱離に利用することができる。
- [0035] (8) 吸着物質脱離手段として、吸着物質脱離用空気供給手段と吸着物質脱離用燃料供給手段と吸着物質脱離用着火手段からなる脱離用燃焼装置を備えていると、瞬時に、より高温に昇温することが可能となり、また、空気流量と燃料流量を調節することで、さまざまな条件に柔軟に対応できる。
- [0036] (9) 窒素酸化物吸着材の排気上流に微粒子フィルターを配置していると、窒素酸化物吸着材に流入する前に排気ガス中の粒子状物質が除去されるため、窒素酸化物吸着材による窒素酸化物吸着率が粒子状物質によって影響を受けることがなくなり、良好に窒素酸化物を吸着することができる。なお、微粒子フィルターへの粒子状物質の捕獲量が飽和状態になると背圧が上昇することになるが、窒素酸化物吸着材の窒素酸化物の吸着量が飽和状態となって再生運転を行う際に、吸着物質脱離手段の温度上昇によって粒子状物質を焼却除去することが可能であり、それにより微粒子フィルターを再生することができる。
- [0037] (10) 窒素酸化物吸着材自身の形状を、粒子状物質捕獲可能な物理的形状に形成することにより、粒子状物質の除去を行えるように構成しながらも、浄化装置を小型に保つことができる。
- [0038] (11) 窒素酸化物吸着材の排気上流側に硫黄酸化物吸着材を配置すると、硫黄酸化物及び窒素酸化物をそれぞれ硫黄酸化物吸着材と窒素酸化物吸着材に吸着し、

効率よくそれぞれを吸着できる。なお、硫黄酸化物吸着材は、窒素酸化物吸着材の吸着量が飽和状態となって再生運転を行う際に、同時に昇温されることで硫黄酸化物を脱離し、再生することができる。

- [0039] (12)前記燃料希薄燃焼領域を形成するために用いる空気供給手段として、過給機からの圧縮空気の一部を利用することにより、別置の空気供給手段が不要となり、装置の小型化が図れる。
- [0040] (13)前記燃料過濃燃焼領域の排気下流側に形成される燃料希薄燃焼領域の代わりに、空気を供給する空気供給手段と、酸化機能を有する触媒を順に配置してあると、比較的温度が低い状態でも、良好に未燃炭化水素や一酸化炭素を酸化除去でき、装置の小型化にも貢献する。
- [0041] (14)前記吸着物質脱離手段の排気上流側に、排気ガス冷却手段を配置すると共に温度センサーを設けてあると、窒素酸化物吸着材に流入する排気ガスの温度を、窒素酸化物吸着材の吸着能力が最も発揮できる温度に制御でき、内燃機関及び燃料機器のいかなる運転状態においても良好に除去できる。また、これにより、さまざまな活性温度帯を有する吸着材に対応可能になる。
- [0042] (15)前記吸着物質脱離手段として、保炎機構を有する窒素酸化物脱離用燃焼装置を備えていると、残存酸素濃度が低い排気ガスに対しても、安定的に燃焼させることができる。
- [0043] (16)圧縮着火式内燃機関において、機関膨張行程排気行程に二次燃料を噴射するように構成することにより、排気ガス温度を上昇させ、さらには、一酸化炭素や炭化水素等の還元成分も多量に含ませるようにすると、特別な吸着物質脱離手段を新たに設けることなく、窒素酸化物を脱離させることが可能となり、排気ガス浄化装置の簡素化を図ることができる。
- [0044] (17)圧縮着火式内燃機関において、燃料噴射時期を遅延させることにより、排気ガス温度を上昇させ、さらには、COやHC等の還元成分も増加させることで、特別な吸着物質脱離手段を新たに設けることなく、窒素酸化物を脱離させることが可能となり、排気ガス浄化装置の簡素化を図ることができる。
- [0045] (18)前記燃料希薄燃焼領域の排気下流側に熱交換器を配置し、該熱交換器によ

って燃料希薄燃焼領域からの高温排気ガスの熱を吸収し、この熱を吸着物質脱離手段用に利用することにより、吸着材の排気上流に、特別に昇温手段等を設ける必要がなく、排気ガス浄化装置を小型化できる。さらに、燃料過濃燃焼領域の火炎温度も高くすることができ、窒素酸化物の還元率も向上する。

- [0046] (19) 複数に分岐された各分岐排気通路内に配置される排気ガス浄化装置において、各分岐排気通路を選択的に大気に開放可能な構成とすると、再生運転中においては、たとえば窒素酸化物吸着材に窒素酸化物と共に吸着された硫黄酸化物は脱離するが、大気に開放することにより放出し、一方、通常運転時にはたとえば窒素酸化物吸着材で硫黄酸化物が吸着除去されるため、硫黄酸化物は排出されない。したがって、排気ガスを排ガスボイラなどで排熱回収する場合、通常運転時における排気ガスを利用することにより、酸による排ガスボイラの腐食を考慮することなく、低温度まで熱回収することができ、熱回収率が大幅に向かう。ちなみに、硫黄酸化物が含まれる排気ガスを排熱ボイラなどに使用すると、温度が所定以下まで下がると腐食するので、低温度まで熱回収できず、熱回収効率が悪くなる。
- [0047] (20) 窒素酸化物吸着材により窒素酸化物を吸着し、かつ、粒子状物質を捕獲する構成において、窒素酸化物の吸着量より粒子状物質の捕獲量が多い場合には、窒素酸化物の吸着量を基準として再生運転を行っていると、効率よく有害成分を除去できなくなる可能性があるが、窒素酸化物吸着材の排気上流に圧力検知手段を備えると共に排気下流側に吸着量検知手段を配置して、圧力検知手段による圧力が所定以上になるかあるいは吸着量が所定量(たとえば飽和量)に達するか、いずれか早く達した時に、再生運転を行うようにすることにより、有害物質を効果的に除去でき、吸着材の性能劣化も未然に防ぐことができる。

図面の簡単な説明

- [0048] [図1]本発明の第1の実施の形態を示す概略図である。
[図2]本発明の第2の実施の形態を示す概略図である。
[図3]本発明の第3の実施の形態を示す概略図である。
[図4]本発明の第4の実施の形態を示す概略図である。
[図5]本発明の第5の実施の形態を示す概略図である。

- [図6]本発明の第6の実施の形態を示す概略図である。
- [図7]本発明の第7の実施の形態を示す概略図である。
- [図8]本発明の第8の実施の形態を示す概略図である。
- [図9]本発明の第9の実施の形態を示す概略図である。
- [図10]本発明の第10の実施の形態を示す概略図である。
- [図11]本発明の第11の実施の形態を示す概略図である。
- [図12]本発明の第12の実施の形態を示す概略図である。
- [図13]本発明の第13の実施の形態を示す概略図である。
- [図14]本発明の第14の実施の形態を示す概略図である。
- [図15]本発明の第15の実施の形態を示す概略図である。
- [図16]分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置における各分岐排気通路相互の運転状態の時間的関係を示す図である。

符号の説明

- [0049]
- 1 内燃機関
 - 2 排気通路
 - 2a、2b 分岐排気通路
 - 2c 下流側排気通路
 - 3 吸着物質脱離手段
 - 4 NOx吸着材
 - 5 燃焼装置
 - 6 燃料ノズル(燃料供給手段)
 - 7 点火装置(着火手段)
 - 10 燃料調量装置
 - 11 燃料タンク
 - 12 ECU(電子制御ユニット)
 - 15 空気供給手段
 - 16 空気調量装置
 - 17 紙気供給装置

- 20 切替弁
31 燃料ノズル(燃料供給手段)
32 点火装置
33 空気供給手段
35 酸化触媒
40 微粒子フィルター
42 SO_x吸着材
47 酸化触媒
50 热交換器
51 空気供給手段
52 保炎機構
55 热交換器
58 出口側切替バルブ
60 大気開放通路
61 大気開放用の開閉弁
80 吸着量検知センサー(吸着量検知手段)
81 圧力センサー(圧力検知手段)
82 温度センサー(温度検知手段)
X1 燃料過濃燃焼領域
X2 燃料希薄燃焼領域
発明を実施するための最良の形態

[0050] [発明の第1の実施の形態]

図1は本発明の第1の実施の形態であり、单一の排気通路に備えられる排気ガス浄化装置の基本構成を示しており、内燃機関1又は燃焼機器の单一の排気通路2に、本発明に係る排気ガス浄化装置が配設されている。内燃機関1としては、ディーゼル機関、ガス機関、ガソリン機関又はガスタービン機関などがあり、燃焼機器としては産業用ボイラ等がある。排気通路2内には、排気上流側から順に、吸着物質脱離手段3、窒素酸化物吸着材(以下「NO_x吸着材」と称する)4及び燃焼装置5が排気流れ方

向に間隔を置いて配置されている。

- [0051] 燃焼装置5は、燃料供給手段として燃料ノズル6を備え、着火手段として点火装置7を備えており、燃料ノズル6は燃焼調量装置10を介して燃料タンク11に接続し、電子制御ユニット(以下「ECU」と称する)12により、燃料の供給量及び供給時期が制御されるようになっている。燃焼装置5は、燃料ノズル6と着火手段7以外に、必要ならば空気供給装置も備えても良い。燃焼装置5による拡散火炎は、全体の空燃比が空気過剰状態であっても、局所的に燃料過濃燃焼領域X1が形成される。すなわち、点火装置7及び燃料ノズル6の噴口近くには局所燃料過濃燃焼領域X1が形成され、その周りには燃料希薄燃焼領域X2が形成される。
- [0052] NO_x吸着材4は、特に空気過剰雰囲気においても効率良く窒素酸化物(以下「NO_x」と称する)を吸着することができ、かつ、所定温度に昇温した時あるいは還元雰囲気においては前記吸着したNO_xを脱離する性質を有している。該実施の形態では、NO_x吸着材4は酸化作用を有する触媒を含み、一酸化炭素(以下「CO」と称する)や炭化水素(以下「HC」と称する)等の未燃成分を酸化すると共に、窒素酸化物吸着材4自体の形状が、粒子状物質を捕獲するのに適した形状となっている。
- [0053] 吸着物質脱離手段3としては、たとえば排気ガスを所定温度以上に昇温する昇温手段を用いるが、排気ガスを還元雰囲気にする手段を用いることもできる。また、昇温手段に還元剤供給手段を加えた構成とし、それにより、NO_xとSO_xの吸着と脱離を効率よく行えるようにすることもできる。前記昇温手段として、たとえば電気ヒータのような発熱抵抗体を用いることができ、それにより迅速かつ確実に昇温させることができ。また、吸着物質脱離手段3の別の例として、燃料供給手段を備えることも可能であり、この場合は、供給される燃料が還元剤としての役目を果たし、NO_x吸着材4に含まれる酸化作用を有する触媒上で酸化される時の発熱を利用して、NO_xを脱離する。
- [0054] 図1に示す構造において、内燃機関1の通常運転時には、吸着物質脱離手段(昇温手段)3及び燃焼装置5は停止しており、したがって、内燃機関1から排気通路2内に排出される排気ガスは、そのままNO_x吸着材4に至り、NO_xが吸着される。同時に、NO_x吸着材4に含まれる酸化触媒によりCOやHC等の未燃成分を酸化し、無害化

することができる。さらに、窒素酸化物吸着材4の形状を、粒子状物質の捕獲に適した形状としていると、粒子状物質もNOx吸着材4に物理的に捕獲することができる。

[0055] NOx吸着材4の吸着量が所定量(たとえば飽和量)に達した場合には、吸着物質脱離手段3を作動させて、窒素酸化物吸着材4の上流側で排気ガスの温度を所定温度以上に昇温すると共に、燃焼装置5を作動させ、再生運転を行う。この再生運転時において、吸着物質脱離手段3で昇温された排気ガスによってNOx吸着材4は所定温度以上に昇温し、それによりNOx吸着材4に吸着されていたNOxは脱離し、排気下流側の燃焼装置5に至り、燃焼火炎内の局所燃料過濃燃焼領域X1において、還元除去される。また、NOx吸着材4に捕獲されている粒子状物質は、NOx吸着材4の昇温により焼却除去される。さらに、再生運転時に内燃機関1及び燃料過濃燃焼領域から排出されるCOやHC及び粒子状物質は、燃焼装置5の燃料希薄燃焼領域X2において燃焼除去される。さらに、排気ガス中にSOxが含まれている場合には、NOx吸着材4の材質を、SOxを吸着しにくい材質とするか、あるいは、吸着した場合でも、SOx脱離温度までNOx吸着材4を昇温し、必要ならば還元雰囲気にすることにより、NOx吸着材4から脱離させる。これにより、NOx吸着材4の被毒を防ぐ。

[0056] [発明の第2の実施の形態]

図2は本発明の第2の実施の形態であり、前記図1に示す单一型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置を基本としており、燃焼装置5として、前記図1と同様に燃料ノズル6と点火装置7を備えると共に、これらに加え、燃料ノズル6の排気下流側に空気供給手段15を備え、これにより、空気供給手段15の排気上流側に燃料過濃燃焼領域X1を形成し、空気供給手段15の排気下流側に燃料希薄燃焼領域X2を形成している。前記両領域X1及びX2は、それぞれ排気通路2の流通断面全体に亘るように形成され、したがって燃焼装置5内を通過する排気ガスは、必ず燃料過濃燃焼領域X1と燃料希薄燃焼領域X2を順に通過するようになっている。

[0057] 空気供給手段15は空気調量装置16を介して空気供給源17に接続し、空気調量装置16はECU12により空気の供給及び停止並びにその供給量が制御されるようになっている。その他の構造は図1と同様であり、図1と同じ部品及び部分には、同じ符号を付してある。

[0058] 基本的な作用は図1の場合と同様であるが、燃焼装置5における作用が異なる。すなわち、再生運転中、NOx吸着材4から脱離されて燃焼装置5に至る排気ガスは、まず、燃料過濃燃料領域X1を通過することにより、NOxが還元除去され、次に燃料希薄燃料領域X2を通過することにより、内燃機関1及び燃料過濃燃焼領域から排出されるCOやHC及び粒子状物質が燃焼除去される。前記図1の構成では、局所的に形成された燃料過濃燃焼領域X1においてNOxを還元するようにしているが、図2に示す実施の形態では、排気通路断面の全体に亘って燃料過濃燃焼領域X1x形成してあるので、NOxは漏れなく燃料過濃燃焼領域X1を通過して還元され、還元除去率が向上する。

[0059] [発明の第3の実施の形態]

図3は本発明の第3の実施の形態であり、排気通路2を複数本に分岐した分岐型排気通に備えられた排気ガス浄化装置の基本構成を示しており、内燃機関1又は燃焼機器の排気通路2を、たとえば第1と第2の2本の分岐排気通路2a、2bに分岐し、上流側の分岐部に切替弁20を配置し、下流側端部で再度合流し、下流側排気通路2cに接続している。前記切替弁20を切り替えることにより、内燃機関1からの排気ガスを、分岐排気通路2a、2bの一方に選択的に排出できるようになっている。

[0060] 各分岐排気通路2a、2b内には、それぞれ図1の場合と同様なNOx吸着材4が配置され、各NOx吸着材4の排気下流には図2と同様に、燃料ノズル6、点火装置7及び空気供給手段15からなる燃焼装置5が配置され、燃焼装置5の作動状態において、空気供給手段15の排気上流側と下流側には燃料過濃燃焼領域X1と燃料希薄燃焼領域X2が形成されるようになっている。

[0061] 吸着物質脱離手段3は、吸着物質脱離用燃料ノズル(バーナー)31、吸着物質脱離用点火装置32及び吸着物質脱離用空気供給手段33から構成されている。吸着物質脱離用燃料ノズル31は前記燃焼調量装置10に接続し、吸着物質脱離用空気供給手段33は前記空気調量装置16に接続している。その他の構造は図2の構成と同様であり、同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。

[0062] 内燃機関1を運転する場合には、切替弁20によって排気ガス流路を切り替えることにより、両分岐排気通路2a、2bの一方を内燃機関1の排気ガスの排出流路として利

用する。図3の状態は、切替弁20を第2の分岐排気通路2bに切り替え、第2の分岐排気通路2bを排気ガスの流路として利用し、第1の分岐排気通路2aを再生運転に利用している。

- [0063] 図3の状態において、通常運転状態の第2の分岐排気通路2bでは、燃焼装置5及び吸着物質脱離手段3は停止しており、排気ガス中のNOxがNOx吸着材4に吸着される。一方、再生運転状態の第1の分岐排気通路2aでは、燃焼装置5及び吸着物質脱離手段3を作動させており、吸着物質脱離手段3で燃料ノズル31からの燃料を空気供給手段33からの空気で燃焼させることにより、NOx吸着材4へ高温の排気ガスを供給し、NOx吸着材4から吸着NOxを脱離し、燃焼装置5の燃料過濃燃焼領域X1において還元除去している。
- [0064] 図3のように、再生運転状態の第1の分岐排気通路2aは、内燃機関1からの排気ガスが遮断され、通常運転状態の第2の分岐排気通路2bから独立に作動する状態となっており、吸着物質脱離手段3からの燃料供給及び空気供給によって再生運転されているので、内燃機関1からの排気ガス量に關係なく、吸着物質脱離用及び燃焼装置用の空気量を設定でき、前記吸着物質脱離手段3からの燃料供給量及び燃料装置5における燃料供給量を節約できる。
- [0065] 第2の分岐排気通路2bのNOx吸着材4のNOx吸着量が所定量(たとえば飽和量)に達すると、切替弁20を第1の分岐排気通路2a側に切り替え、第1の分岐排気通路2a内の燃焼装置5及び吸着物質脱離手段3を停止する一方、第2の分岐排気通路2bの燃焼装置5及び吸着物質脱離手段3を作動状態とする。すなわち、第1の分岐排気通路2aで通常運転を行い、同時に第2の分岐排気通路2bで再生運転を行うことになる。
- [0066] このように分岐型排気通路の排気ガス浄化装置では、1本の分岐排気通路を利用して内燃機関1の通常運転を行いつつ、残りの分岐排気通路の再生運転を行うことができ、特別に再生運転に時間を確保する必要がなくなる。
- [0067] [発明の第4の実施の形態]

図4は本発明の第4の実施の形態であり、図3に示す分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置を基本としており、吸着物質脱離手段3として、燃料ノズル31と、

空気供給手段33と、酸化触媒35を備えている。その他の構造は図3と同様であり、同じ部品及び部分には、同じ符号を付してある。

[0068] 作用も前記図3の場合と基本的に同様であるが、吸着物質脱離手段3の燃料ノズル31から供給される燃料が、酸化触媒35上で酸化されることにより発熱し、その熱によりNOx吸着材4のNOxを脱離する。

[0069] [発明の第5の実施の形態]

図5は、本発明の第5の実施の形態であり、前記図1に示す单一型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置を基本としているが、燃焼装置5としては、前記図2と同様に燃料ノズル6と点火装置7と空気供給手段15を備え、空気供給手段15の排気上流側に燃料過濃燃焼領域X1を形成し、空気供給手段15の排気下流側に燃料希薄燃焼領域X2を形成してある。また、吸着物質脱離手段3として、燃料ノズル31及び点火装置32を備えている。その他の構造は図1及び図2の構造と同様であり、同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。

[0070] 作用も図1及び図2と基本的に同様であるが、吸着物質脱離手段3として燃焼を利用することになるので、瞬時に排気ガスを高温にすることが可能になり、また、吸着物質脱離手段3の燃料供給量と空気供給量を調節することで、さまざまな条件に柔軟に対応することが可能となる。

[0071] [発明の第6の実施の形態]

図6は本発明の第6の実施の形態であり、前記図3に示す分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置を基本としており、この基本構成に加え、各分岐排気通路2a, 2bには、吸着物質脱離手段(燃焼装置)3と吸着材4の間にそれぞれ微粒子フィルター40を配置してある。その他の構造は図3の構造と同様であり、同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。

[0072] 作用は前記図3の場合と基本的に同様であるが、NOx吸着材4の上流側に微粒子フィルター40を配置することにより、通常運転時(排ガス流路としての利用時)、微粒子フィルター40で粒子状物質を除去した排気ガスをNOx吸着材4に流入させることができ、NOx吸着材4によるNOxの吸着率の低下を防ぐことができる。

[0073] 通常運転において、粒子状物質の吸着量が飽和状態になり背圧が上昇するか、ま

たは、NOx吸着量が所定量(たとえば飽和量)に達すると、再生運転に切り替え、吸着物質脱離手段3の燃焼により粒子状物質を焼却除去して、微粒子フィルター40を再生すると同時に、NOx吸着材4のNOxを脱離し、NOx吸着材4を再生する。

[0074] なお、微粒子フィルター40としては粒子状物質を捕獲するだけの機能を有するもので良いが、酸化作用を有する触媒を含み、連続的に粒子状物質を酸化できる機能を有するものでも良い。

[0075] [発明の第7の実施の形態]

図7は本発明の第7の実施の形態であり、前記図6に示す分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置に、さらにSOx吸着材42を追加した構造となっている。SOx吸着材42は、各分岐排気通路2a、2b内において、微粒子フィルター40とNOx吸着材4の間にそれぞれ配置されている。その他の構造は図6(及び図3)の構造と同様であり、同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。SOx吸着材42を微粒子フィルター40の上流側に配置しても問題なく作動する。

[0076] 作用は前記図6の場合と基本的に同様であり、通常運転時には、NOxとSOxがそれぞれ効率よく吸着され、NOx吸着材4によるNOxの吸着率の低下を防ぐことができる。

[0077] 通常運転時にSOx吸着材42に吸着されたSOxは、再生運転時に、吸着物質脱離手段3の燃焼熱により脱離し、それにより、SOx吸着材42を再生する。

[0078] [発明の第8の実施の形態]

図8は本発明の第8の実施の形態であり、前記図3に示す分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置を基本としており、この基本構成において、燃焼装置5の空気供給手段15の下流側に、燃料希薄燃焼領域を形成する代わりに、酸化触媒47を配置した構成となっている。その他の構造は図3の構造と同様であり、同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。

[0079] 燃料希薄燃焼領域の代わりに酸化触媒47を配置していることにより、比較的温度が低い場合でも、HCやCO等の未燃分を酸化除去することができる。

[0080] [発明の第9の実施の形態]

図9は本発明の第9の実施の形態であり、前記図3に示す分岐型排気通路に備え

られる排気ガス浄化装置を基本としており、この基本構成に加え、切替弁20の上流側に、排気ガス冷却手段50と温度センサー50aを配置してある。温度センサー50aはECU12に接続し、検知した温度を入力するようになっている。その他の構造は図3の構造と同様であり、同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。

- [0081] 通常運転中、NOx吸着材4に流入する排気ガス温度を測定し、NOx吸着材4に流入する排気ガス温度が、NOx吸着材4による吸着能力が効率良く発揮できる範囲内に保たれるように、排気ガス冷却手段50を制御する。
- [0082] 排気ガスの制御温度は、さまざまな活性温度帯を有するNOx吸着材4にそれぞれ対応するように制御される。
- [0083] [発明の第10の実施の形態]
図10は本発明の第10の実施の形態であり、前記図1に示す単一型排気通路を備えた排気ガス浄化装置を基本としているが、燃焼装置5として、前記図1と同様に燃料ノズル6と点火装置7を備えると共に、これに加え、図2と同様に、燃料ノズル6の排気下流側に空気供給手段15を備え、これにより、空気供給手段15の排気上流側に燃料過濃燃焼領域X1を形成し、空気供給手段15の排気下流側に燃料希薄燃焼領域X1を形成している。さらに、吸着物質脱離手段3として、前記図5と同様に、燃料ノズル31及び点火装置32を備えると共に、空気供給手段51及び保炎機構52を備えている。その他の構造は図1、図2及び図5の構造と同様であり、同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。
- [0084] 再生運転中、前記保炎機構52により、排気上流側からの排気ガスの流れを部分的に遮蔽し、流速を遅らせ、あるいは逆流する領域(渦)を形成し、燃料ノズル31からの火炎を保持する。
- [0085] 前記のように火炎を保持することにより、たとえば内燃機関の排気ガスの残存酸素濃度が低いような条件下でも、排気ガスを安定的に燃焼させ、NOxの脱離効果を保つことができる。
- [0086] なお、保炎機構52として、旋回羽根を配置して、排気ガスを旋回させて、排気ガスの循環領域を形成するように構成することも可能である。また、図10の空気供給手段51により、燃料ノズル31の先端部近傍に小量の空気を供給して、燃料ノズル31の先

端部に高酸素濃度領域を形成する構成とすることもできる。

[0087] [発明の第11の実施の形態]

図11は本発明の第11の実施の形態であり、前記図3に示す分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置を基本としており、この基本構成において、吸着物質脱離手段3として、空気供給手段33のみを備え、一方、燃焼装置5の希薄燃焼領域X2の下流側にそれぞれ熱交換器55を配置し、該熱交換器55を前記吸着物質脱離手段3の空気供給手段33に接続している。その他の構造は図3の構造と同様であり、同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。

[0088] すなわち、燃焼装置5の希薄燃焼領域X2で昇温した排気ガスと、空気調量装置16からの空気とを熱交換器55で熱交換し、高温となった空気を吸着物質脱離手段3の空気供給手段33を介して、分岐排気通路2a(又は2b)の排気上流端部に供給し、それにより、再生運転時において、NOx吸着材4のNOxを脱離する。

[0089] この構造によると、吸着物質脱離手段3として、点火装置及び燃料ノズルが不要になり、小型化が可能となる。また、燃料過濃燃焼領域X1における火炎温度が高くなり、NOx還元率が向上する。

[0090] [発明の第12の実施の形態]

図12は本発明の第12の実施の形態であり、前記図3に示す分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置を基本としており、この基本構成に加え、分岐排気通路2a、2bの排気下流側集合部に出口側切替弁58を配置し、各燃焼装置5の下流側にそれぞれ大気開放通路(大気開放部)60を分岐形成し、各大気通路60に開閉弁61をそれぞれ設けてある。出口側切替弁58よりも下流の排気通路2cはたとえば排ガスボイラ63に接続し、排ガスの廃熱を利用するようになっている。その他の構造は図3の構造と同様であり、同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。なお、NOx吸着材4としては、SOxも十分に吸着できる材質のものを利用している。

[0091] 図12に示す状態は、両切替弁20、58を第2の分岐排気通路2b側に切り替え、第1の分岐排気通路2aの大気開放通路60を開放し、第2の分岐排気通路2bの大気開放通路60を閉じた状態であり、第1の分岐排気通路2aの燃焼装置5及び吸着物質脱離手段3は再生運転のために作動状態となっており、第2の分岐排気通路2bの燃

焼装置5及び吸着物質脱離手段3は、内燃機関1からの排気ガス流路として非作動状態となっている。

[0092] 図12の状態で硫黄成分含有燃料を用いて内燃機関を運転した場合、再生運動状態の第1の分岐排気通路2aでは、前回運動時にNOx吸着材4に吸着されたNOxと共にSOxも脱離するため、そのまま排ガスボイラ63に利用すると、被毒される可能性があり、したがって、大気開放通路60から大気に排出することにより、排ガスボイラ63には利用していない。一方、通常運動状態の第2の分岐排気通路2bでは、NOx吸着材4にSOxも吸着されるため、NOx吸着材4より下流の排気ガスにSOxはほとんど含まれず、この排気ガスを、排ガスボイラ63に利用している。したがって、排ガスボイラ63がSOxに起因する酸等により腐食する心配はなく、低温度まで排気ガスからの熱回収が可能となり、熱回収率が大幅に向かう。

[0093] [発明の第13の実施の形態]

図13は本発明の第13の実施の形態であり、前記図12に示す分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置の変形例であり、図12のように各分岐排気通路2a、2bにそれぞれ大気開放通路60を形成する代わりに、排気下流側集合部の出口側切替弁58に、前記排ガスボイラ63に接続する排気通路2cと大気に連通する大気通路70を切替可能に設けた構造となっている。すなわち、第1、第2の分岐排気通路2a、2bのうち、内燃機関1に連通する通常運動側の分岐排気通路(図13では第2の分岐排気通路2b)が排ガスボイラ63に接続し、再生運動側の分岐排気通路(図13では第1の分岐排気通路2a)が大気通路70に連通している。この構造によると、図12のように各分岐排気通路2a、2bにそれぞれ大気開放通路60と開閉弁61を備える構造に比べ、構造が簡素化できる。作用は前記図12の場合と同様である。

[0094] [発明の第14の実施の形態]

図14は本発明の第14の実施の形態であり、前記図1の单一型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置を基本としており、この单一排気通路型の基本構成に各種センサーを配置し、適切な制御をできるようにした構成を示してある。したがって、図1と同じ部品及び部分には同じ符号を付してある。この図14において、NOx吸着材4の下流側に吸着量検知(推定)センサー80を配置し、NOx吸着材4の上流側に温度セ

ンサー82を配置しており、各センサー80、82はECU12に接続し、測定した各値をECU12に入力し、その入力値により次のように制御するようになっている。

- [0095] 通常運転時は、前述のようにNOx吸着材4により排気ガス中のNOxを吸着し、COやHC等の未燃成分は、たとえばNOx吸着材4に含まれる酸化作用を有する触媒成分により酸化し、無害化することができる。NOx吸着量を吸着量検知センサー80によって測定し、所定(たとえば飽和)の吸着量まで達すると、ECU12からの指令により、吸着物質脱離手段3を作動させ、たとえばNOx吸着材4を昇温させ、NOxを脱離させ、下流の燃料装置5の燃料過濃燃焼領域X1で還元除去する。
- [0096] また、内燃機関1又は燃料機器から排出されるCOやHCあるいは燃料過濃燃焼領域X1で生成されるCOやHCまたは粒子状物質は、燃料装置5の燃料過濃燃焼領域X1の外側に形成される燃料希薄燃焼領域X2において酸化除去される。
- [0097] また、NOx吸着材4の形状を、粒子状物質の捕獲に適した形状としている場合には、通常運転中に粒子状物質がNOx吸着材4に捕獲されるが、再生運転において、前記のようにNOx吸着材4を昇温させることにより、焼却除去することができる。
- [0098] さらに排気ガス中にSOxが含まれる場合には、SOxの一部がNOx吸着材4に吸着されるが、再生運転時において、SOx脱離温度までNOx吸着材4を昇温し、あるいは還元雰囲気として、SOxを脱離させ、NOx吸着材4を再生させる。なお、NOx吸着材4自体を、SOxが吸着しにくい材料で作り、これによりNOx吸着材4の被毒を防ぐこともできる。
- [0099] [発明の第15の実施の形態]
- 図15は本発明の第15実施の形態であり、前記図3に示す分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置を基本としており、この基本構成に、各所の温度や圧力を測定するセンサーを配置し、適切な制御をできるようにした構成である。NOx吸着材4の下流側に吸着量推定センサー80を配置し、NOx吸着材4の上流側に圧力センサー81及び温度センサー82を配置した例である。各センサー80、81、82はECU12に接続し、測定した各値をECU12に入力するようになっている。
- [0100] 2つの分岐排気通路2a、2bのうち、一方を内燃機関1からの排気ガスの流路として通常運転に利用し、その間に、他方を再生運転する。たとえば、図15のように切替弁

20を第2の分岐排気通路2b側に切り替えて、内燃機関1の排気ガスを第2の分岐排気通路2bに流し、その間、第1の分岐排気通路2aにおいては、吸着物質脱離手段3並びに燃焼装置5を作動させる。

- [0101] 通常運転状態の第2の分岐排気通路2bでは、吸着物質脱離手段3並びに燃焼装置5は停止しており、排気ガス中のNOxはNOx吸着材4により吸着される。また、COやHC等の未燃成分は、たとえばNOx吸着材4に含まれる酸化作用を有する触媒成分により酸化し、無害化することができる。一方、第1の分岐排気通路2aでは、吸着物質脱離手段3を作動させることにより、たとえばNOx吸着材4を昇温させ、NOx吸着材4からNOxを脱離させ、排気下流の燃料装置5の燃料過濃燃焼領域X1で還元除去する。
- [0102] 前記第2の分岐排気通路2bを利用した通常運転中、該第2の分岐排気通路2bにおけるNOx吸着量を吸着量検知センサー80によって測定し、所定(たとえば飽和)の吸着量まで達すると、ECU12からの指令により、切替弁20を第1の分岐排気通路2a側に切り替えると共に、第2の分岐排気通路2bの吸着物質脱離手段3及び燃焼装置5を作動させ、第2の分岐排気通路2bを再生運転状態とする。これと並行して、第1の分岐排気通路2aには内燃機関1からの排気ガスが流入し、通常運転状態となる。なお、前記通常運転中、NOx吸着材4への粒子状物質の捕獲量がNOxの吸着量よりも先に飽和状態となった場合には、圧力検知センサー81により粒子状物質の飽和を検知し、切替弁20を第1の分岐排気通路2a側に切り替える。これにより、圧力低下によるNOx吸着性能の低下を防ぐことができる。
- [0103] 図16は図15の排気ガス浄化装置の制御の時間的経過を示しており、第1の分岐排気通路2aと第2の分岐排気通路2bの一方が通常運転に利用されてNOxを吸着している間に、他方は再生運転を行っていることを示してある。なお、図16で示す關係は、図3等の分岐型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置すべてに適用される。
- [0104] [発明の他の実施の形態]
- (1) 内燃機関自体が希薄燃焼用内燃機関であって、たとえば過給機を備えている場合には、過給機の圧縮機の空気を、図2ー図15の各空気供給手段に利用することが

できる。

- [0105] (2) NO_x吸着材としては、微粒子フィルターの壁にNO_x吸着材を使用したものを利用することも可能である。
- [0106] (3) 単一型排気通路に備えられる排気ガス浄化装置において、図1及び図2のように排気通路2内に特別に吸着物質脱離手段3を配置する代わりに、内燃機関の直噴用燃焼噴射弁の制御により、排気ガス温度を昇温し、これによりNO_x吸着材を昇温し、NO_xを脱離させる構成とすることも可能である。たとえば、機関膨張行程または排気行程において二次燃料を噴射するか、あるいは燃料噴射時期を遅らせることにより、排気ガスの温度を上げ、それによりNO_x吸着材を昇温させるのである。
- [0107] (4) 図3等のように分岐型排気通路に本発明を適用する場合に、3つ以上の分岐排気通路に分岐した排気通路に適用することも可能である。この場合は、1つの分岐排気通路を通常運転用に利用している間に、残りの分岐排気通路を再生することも可能であり、また、1本の排気通路を再生運転している間に、残り全部の分岐排気通路を内燃機関等に接続することも可能である。

産業上の利用可能性

- [0108] 本発明は、ディーゼル機関、ガス機関、ガソリン機関又はガスタービン機関等の各種内燃機関又は産業用ボイラ等の燃料機器の排気ガス浄化装置として利用されるが、特に、希薄燃焼で運転される内燃機関等のように、排気ガス中にNO_xが多く含有される内燃機関に適している。また、SO_xが含まれる産業用ディーゼル機関等にも適用可能であり、さらには排気ガスの熱を再利用する場合にも適しており、SO_xによる被毒少なくし、排熱を効率よく回収できる。

請求の範囲

- [1] 内燃機関又は燃焼機器の排気通路に設置される排気ガス浄化装置において、窒素酸化物を一時的に吸着し、該吸着した窒素酸化物を昇温又は還元雰囲気で脱離する窒素酸化物吸着材と、
前記窒素酸化物吸着材より排気上流側に配置され、排気を昇温又は還元雰囲気にする吸着物質脱離手段と、
前記窒素酸化物吸着材より排気下流側に配置され、燃料供給手段及び着火手段から構成される燃焼装置と、
前記排気通路に備えたことを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [2] 請求項1記載の排気ガス浄化装置において、
前記燃焼装置は、
前記燃料供給手段から供給される燃料と前記窒素酸化物吸着材からの排気ガスによって燃料過剰条件で燃焼する燃料過濃燃焼領域と、
該燃料過濃燃焼領域の排気下流側に位置すると共に、前記燃料過濃燃焼領域からの排気ガスと空気供給手段からの空気により空気過剰条件で燃焼する希薄燃焼領域とを、
有していることを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [3] 請求項1又は2に記載の排気ガス浄化装置において、
前記排気通路を複数の分岐排気通路に分岐しており、
各分岐排気通路の排気入口には排気ガスを遮断可能な排気ガス遮断手段を設け、
各分岐排気通路内には、
前記窒素酸化物吸着材と、
前記窒素酸化物吸着材より排気上流側に配置され、空気供給手段を有すると共に、該空気供給手段から供給される空気を昇温又は還元雰囲気にする吸着物質脱離手段と、
前記窒素酸化物吸着材より排気下流側に配置された前記燃焼装置と、
それぞれ備えていることを特徴とする排気ガス浄化装置。

- [4] 請求項1乃至3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、前記吸着物質脱離手段は、昇温手段と還元剤供給手段を有していることを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [5] 請求項1乃至3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、前記吸着物質脱離手段は、発熱抵抗体であることを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [6] 請求項1乃至3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、前記吸着物質脱離手段は、吸着物質脱離用燃料供給手段であることを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [7] 請求項1乃至3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、前記吸着物質脱離手段は、吸着物質脱離用燃料供給手段と該吸着物質脱離用燃料供給手段より排気下流側に配置された酸化用の触媒を有していることを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [8] 請求項1乃至3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、前記吸着物質脱離手段は、空気供給手段と燃料供給手段と着火手段から構成される吸着物質脱離用燃焼装置であることを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [9] 請求項1乃至3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、前記窒素酸化物吸着材の排気上流側に、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕獲可能なフィルターを配置することを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [10] 請求項1乃至3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、前記窒素酸化物吸着材は、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕獲可能な形状に形成することを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [11] 請求項1乃至3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、前記窒素酸化物吸着材の排気上流側に、硫黄酸化物を一時的に吸着する硫黄酸化物吸着材を配置することを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [12] 請求項2、3又は8のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、前記各空気供給手段は、排気通路が接続する内燃機関の過給機の圧縮機の出口部分に接続し、該圧縮機から吐出される圧縮空気を利用するようにしてあることを特

徴とする排気ガス浄化装置。

- [13] 請求項2又は3に記載の排気ガス浄化装置において、
前記燃料過濃燃焼領域の排気下流側に形成される燃料希薄燃焼領域の代わりに
、空気を供給する空気供給手段と、酸化機能を有する触媒を順に配置してあることを
特徴とする排気ガス浄化装置。
- [14] 請求項1乃至3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、
前記吸着物質脱離手段の排気上流側に、排気ガス冷却手段を配置すると共に、該
排気ガス冷却手段から出てくる排気ガスの温度を測定する温度センサーを設けてあ
ることを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [15] 請求項1、2、3又は8のいずれかに記載の排気ガス浄化装置において、
前記吸着物質脱離手段としての吸着物質脱離用燃焼装置及び吸着材下流側に配
置された燃焼装置の少なくとも1つが保炎機構を備えていることを特徴とする排氣ガ
ス浄化装置。
- [16] 請求項1又は2に記載の排気ガス浄化装置において、
前記排気通路は圧縮着火式内燃機関の排気通路であり、
前記吸着物質脱離手段は、内燃機関の筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁を
有し、機関膨張行程又は排気行程において前記燃料噴射弁により二次燃料を噴射
するように構成したことを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [17] 請求項1又は2に記載の排気ガス浄化装置であって、
前記排気通路は圧縮着火式内燃機関の排気通路であり、
前記吸着物質脱離手段は、内燃機関の筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁を
有し、該燃料噴射弁による燃料噴射時期を遅延させるように構成したことを特徴とす
る排気ガス浄化装置。
- [18] 請求項3に記載の排気ガス浄化装置において、
前記希薄燃焼領域の下流側に熱交換器を配置し、前記希薄燃焼領域からの排氣
ガスと熱交換されて昇温した空気を、前記吸着物質脱離手段の空気供給手段に用
いるように構成したことを特徴とする排気ガス浄化装置。
- [19] 請求項3記載の排気ガス浄化装置において、

前記各分岐排気通路の前記燃料希薄燃焼領域の排氣下流側にそれぞれ開閉弁を有する大気開放部を設け、

各分岐排気通路は大気開放部よりも排氣下流側部分で下流側排氣通路に合流し、該合流部分に、各分岐排気通路を選択的に下流側排氣通路に接続する出口側切替弁を設け、

運転時、少なくとも1つの分岐排気通路は開閉弁を閉じて排氣ガスを下流側排氣通路に流すように切替弁を切り替え、残りの分岐排気通路では、吸着物質脱離手段と燃焼装置を作動させると共に大気開放用開閉弁を開き、再生運転を行いつつ排氣ガスを大気に放出するように構成したことを特徴とする排氣ガス浄化装置。

[20]

請求項1又は2に記載された排氣ガス浄化装置を制御する方法において、

前記窒素酸化物吸着材の排氣上流側に温度検知手段を配置し、窒素酸化物吸着材の排氣下流側に該窒素酸化物吸着材による吸着量を検出する吸着量検知手段を配置し、

通常運転時の窒素酸化物吸着材による吸着量を前記吸着量検知手段により検知し、吸着量が所定量に達した時に前記吸着物質脱離手段を作動させ、同時にあるいは早めるかもしくは遅らせて燃焼装置を作動させ、

燃料過濃燃焼領域では、窒素酸化物吸着材からの排氣ガスと燃焼装置の燃料供給手段から供給される燃料とで構成される混合気が燃料過剰となるように制御し、

燃料希薄燃焼領域では、燃料過濃燃焼領域からの排氣ガスと燃焼装置の空気供給手段から供給される空気で構成される混合気が空気過剰となるように制御し、

前記吸着量検知手段によって窒素酸化物吸着材の吸着物がすべて脱離した状態を検知すると、前記吸着物質脱離手段と燃焼装置の作動を停止し、通常運転状態に戻るようしていることを特徴とする排氣ガス浄化装置の制御方法。

[21]

請求項3に記載された排氣ガス浄化装置を制御する方法において、

各分岐排気通路には、前記窒素酸化物吸着材の排氣上流側に温度検知手段を配置し、前記窒素酸化物吸着材の排氣下流側に吸着材による吸着量を検出する吸着量検知手段を配置し、

少なくとも1つの分岐排気通路に内燃機関又は燃焼機器からの排氣ガスを流入さ

せ、通常運転時の窒素酸化物吸着材による吸着量を前記吸着量検知手段により検知し、

前記吸着量が所定量に達した時に、前記分岐排気通路への排気ガス流入を排気ガス遮断手段により遮断し、前記吸着物質脱離手段を作動させると共に同時にあるいは早めるかもしくは遅らせて燃焼装置を作動させ、

前記分岐排気通路内の燃料過濃燃焼領域では、内燃機関または燃焼機器からの排気ガスと燃焼装置の燃焼供給手段から供給される燃料とで構成される混合気が燃料過剰となるように制御し、

前記燃料希薄燃焼領域では、燃料過濃燃焼領域からの排気ガスと燃焼装置の空気供給手段から供給される空気で構成される混合気が空気過剰となるように制御し、

前記吸着量検知手段によって窒素酸化物吸着材の吸着物質がすべて脱離した状態を検知すると、前記吸着物質脱離手段と燃焼装置の作動を停止し、通常運転状態に戻るようにし、

すべての分岐排気通路が同時に排気ガス遮断を行わないように、前記制御を分岐排気通路毎に行うようにしていることを特徴とする排気ガス浄化装置の制御方法。

- [22] 請求項1、2又は3のいずれかに記載の排気ガス浄化装置の制御方法において、前記窒素酸化物吸着材の排気上流側に温度検知手段及び圧力検知手段を配置し、前記窒素酸化物吸着材の排気下流側に窒素酸化物吸着材による吸着量を検出する吸着量検知手段を配置し、

通常運転時における前記窒素酸化物吸着材の排気上流側の排気ガス圧力を圧力検知手段により検知すると共に、前記窒素酸化物吸着材による吸着量を前記吸着量検知手段により検知し、

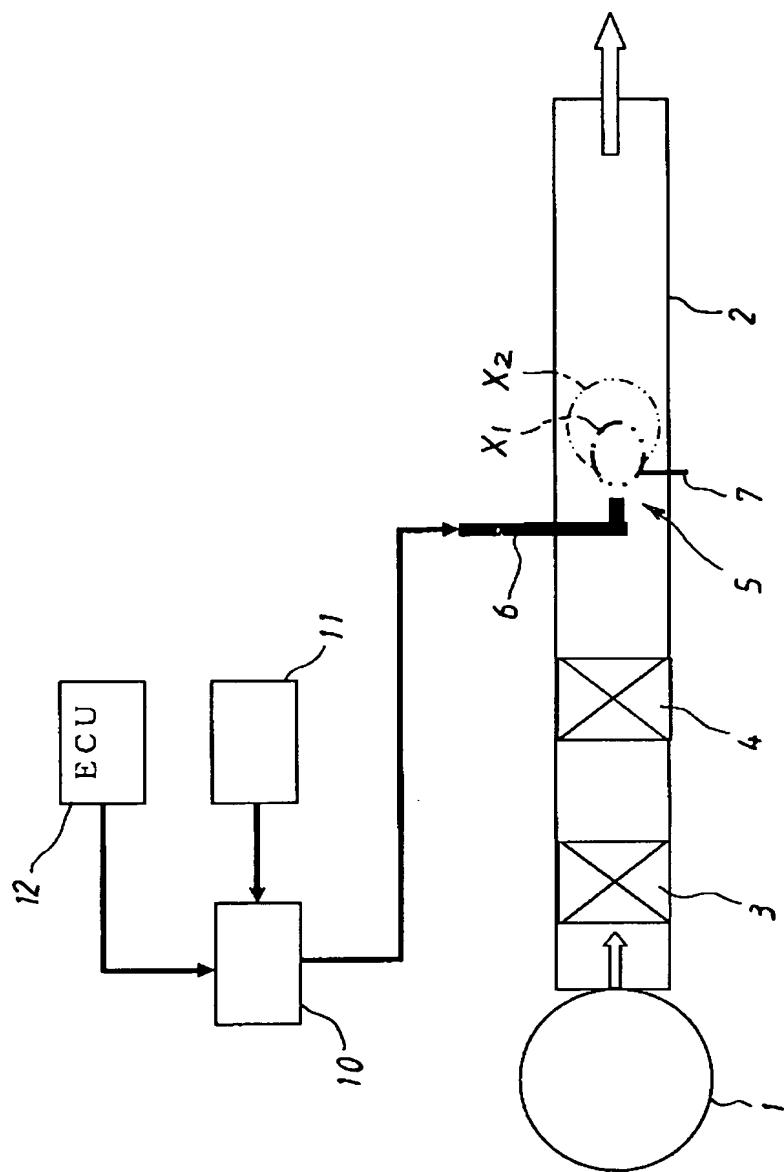
排気通路の排気ガス圧力が所定値以上に達した時又は吸着量が所定量に達した時のいずれか早い時に前記吸着物質脱離手段を作動させ、同時にあるいは早めるかもしくは遅らせて燃焼装置を作動させるように制御することを特徴とする排気ガス浄化装置の制御方法。

1/16

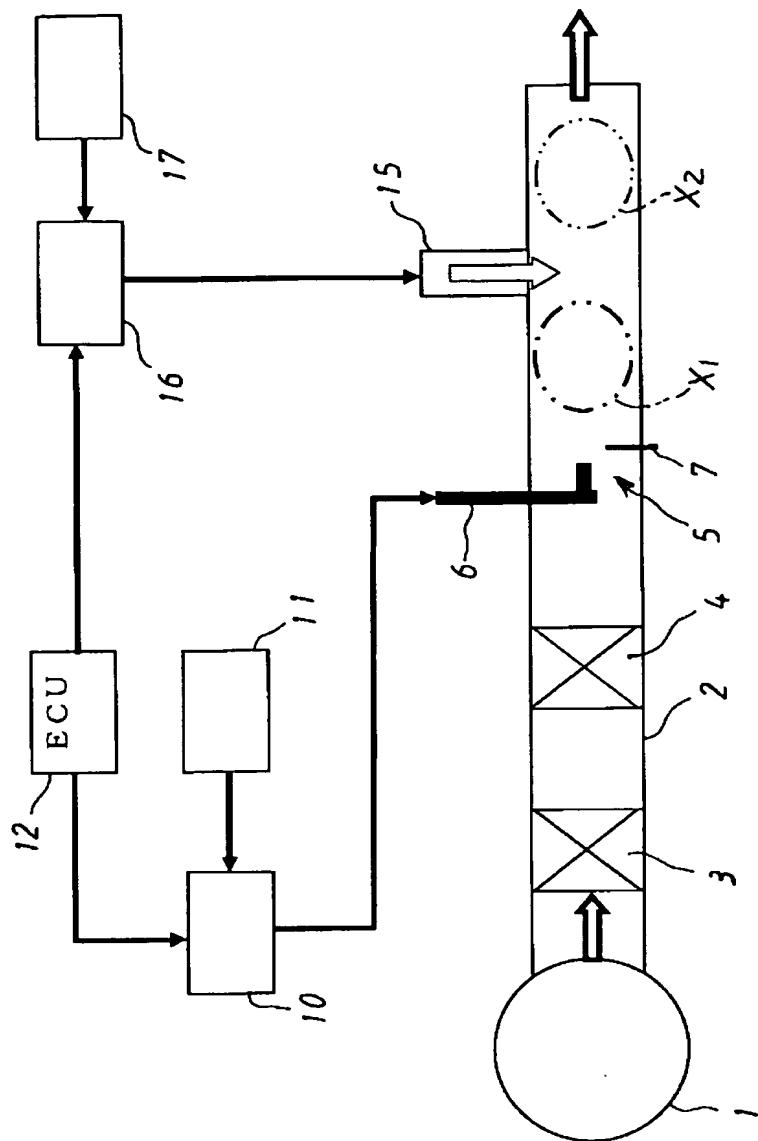
WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図1]



[図2]

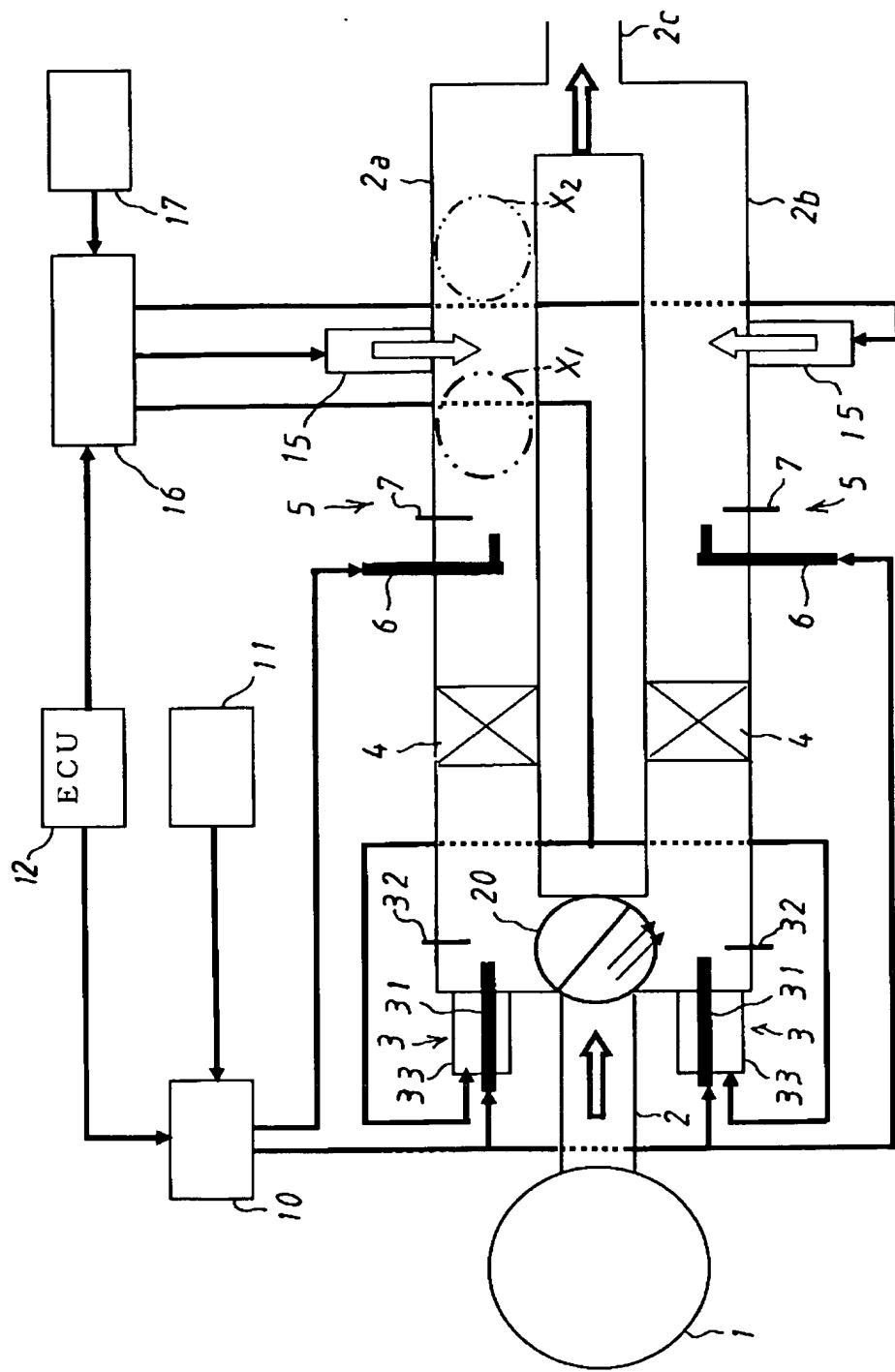


3/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図3]

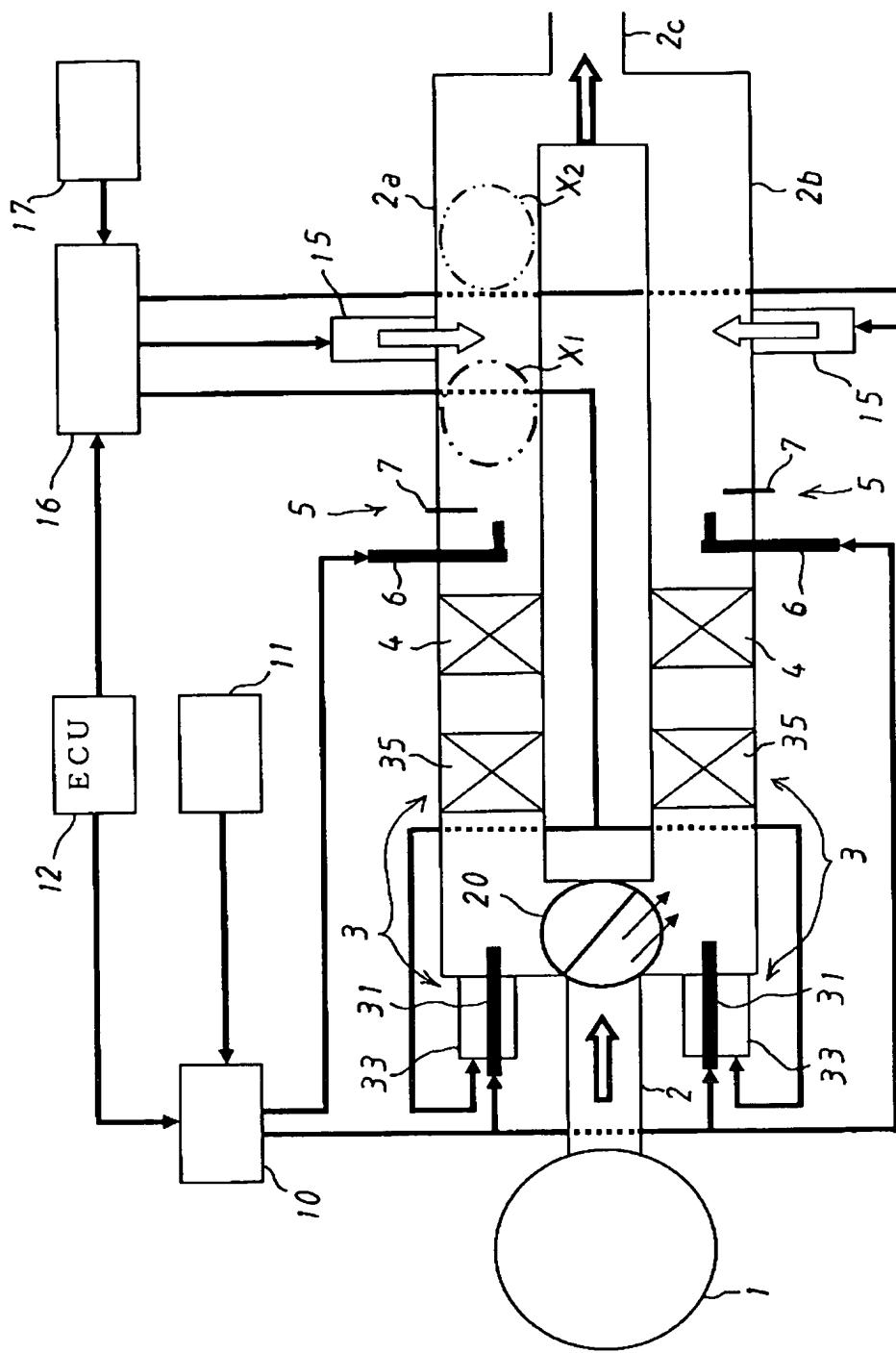


4/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図4]

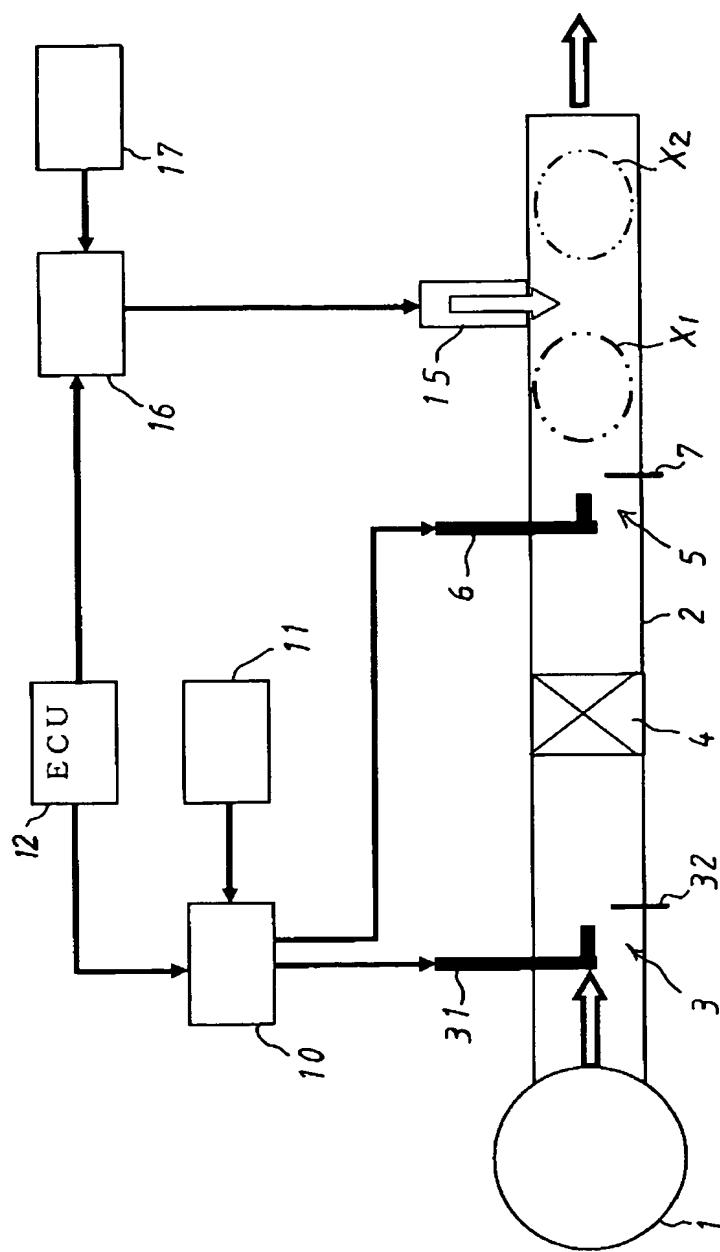


5/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図5]

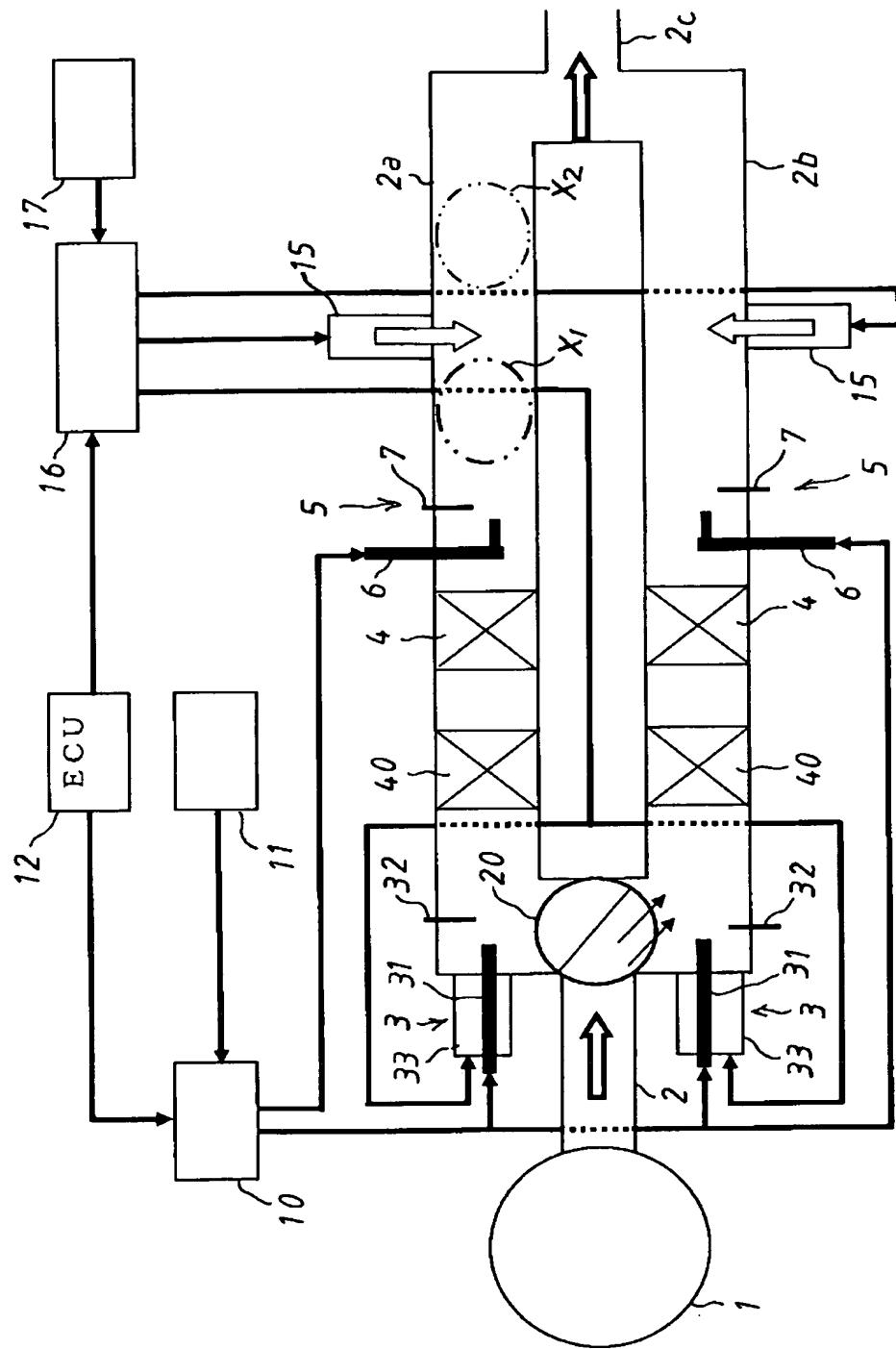


6/16

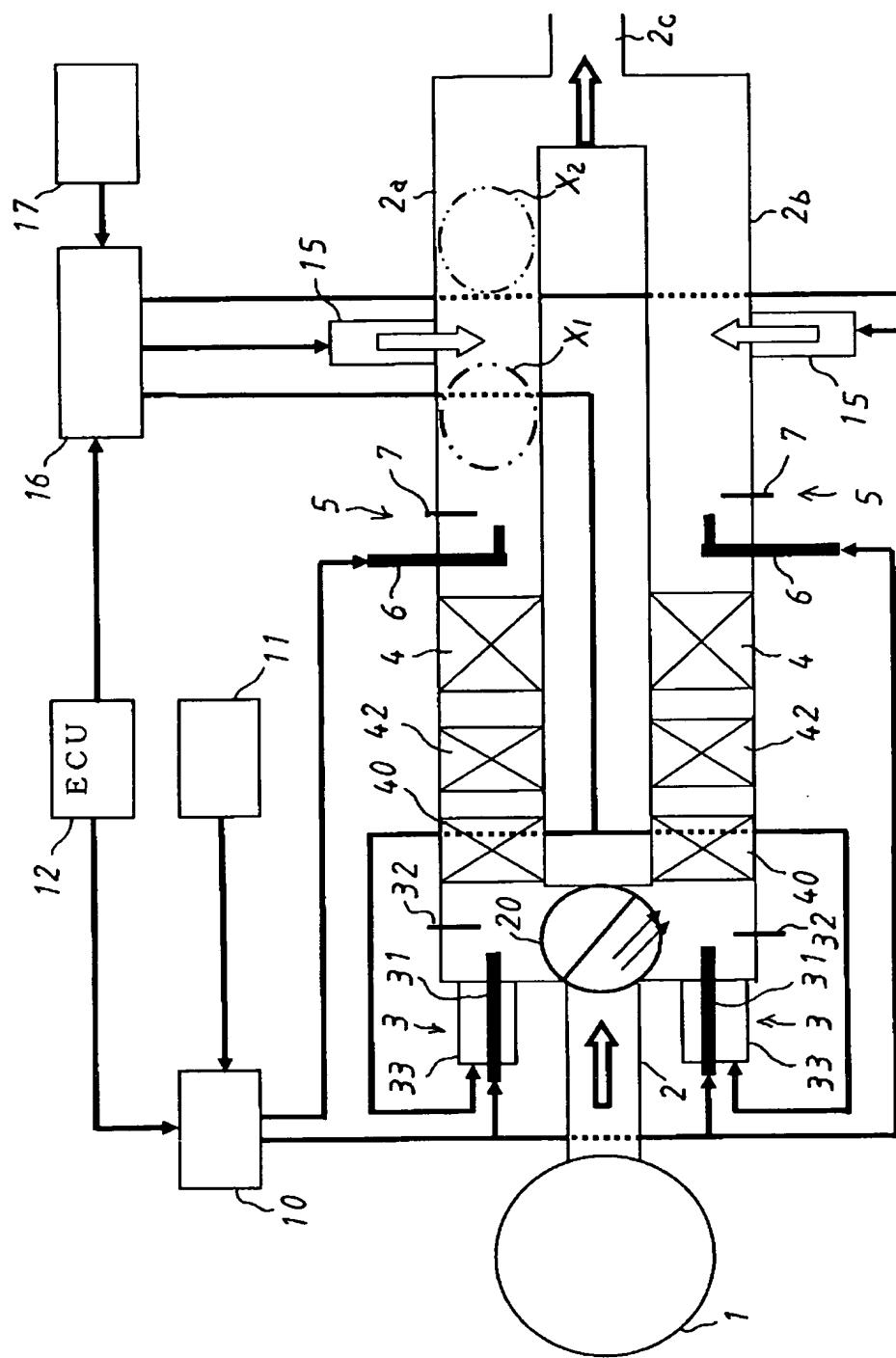
WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図6]



[図7]

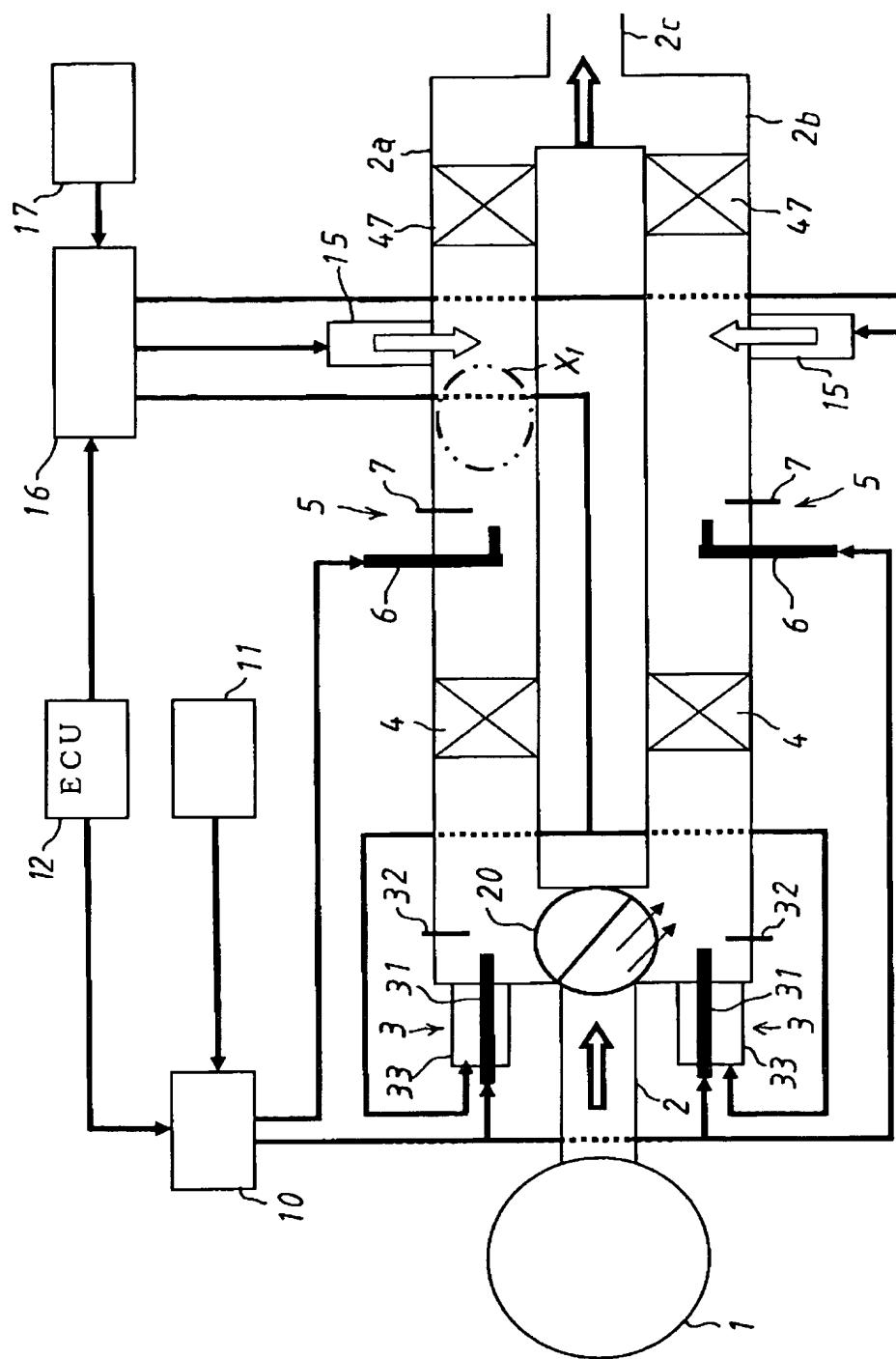


8/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図8]

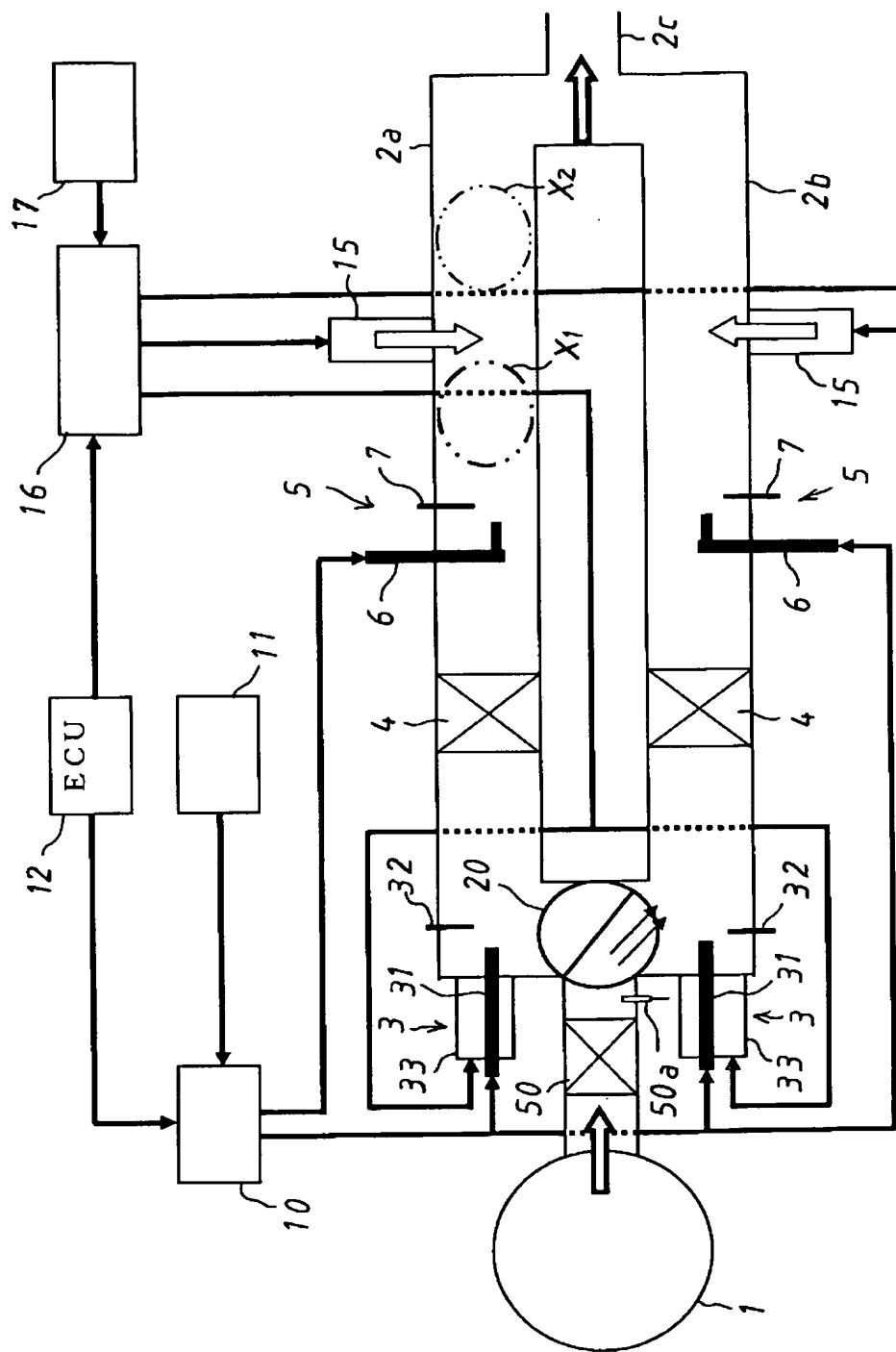


9/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図9]

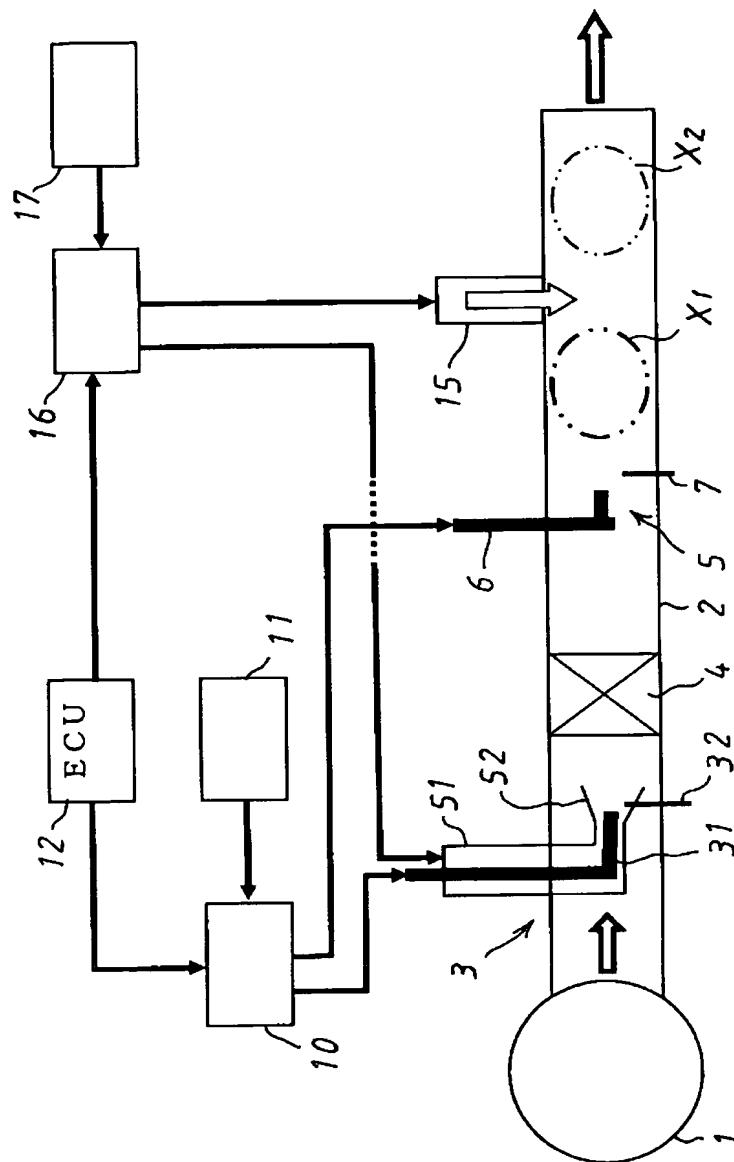


10/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図10]

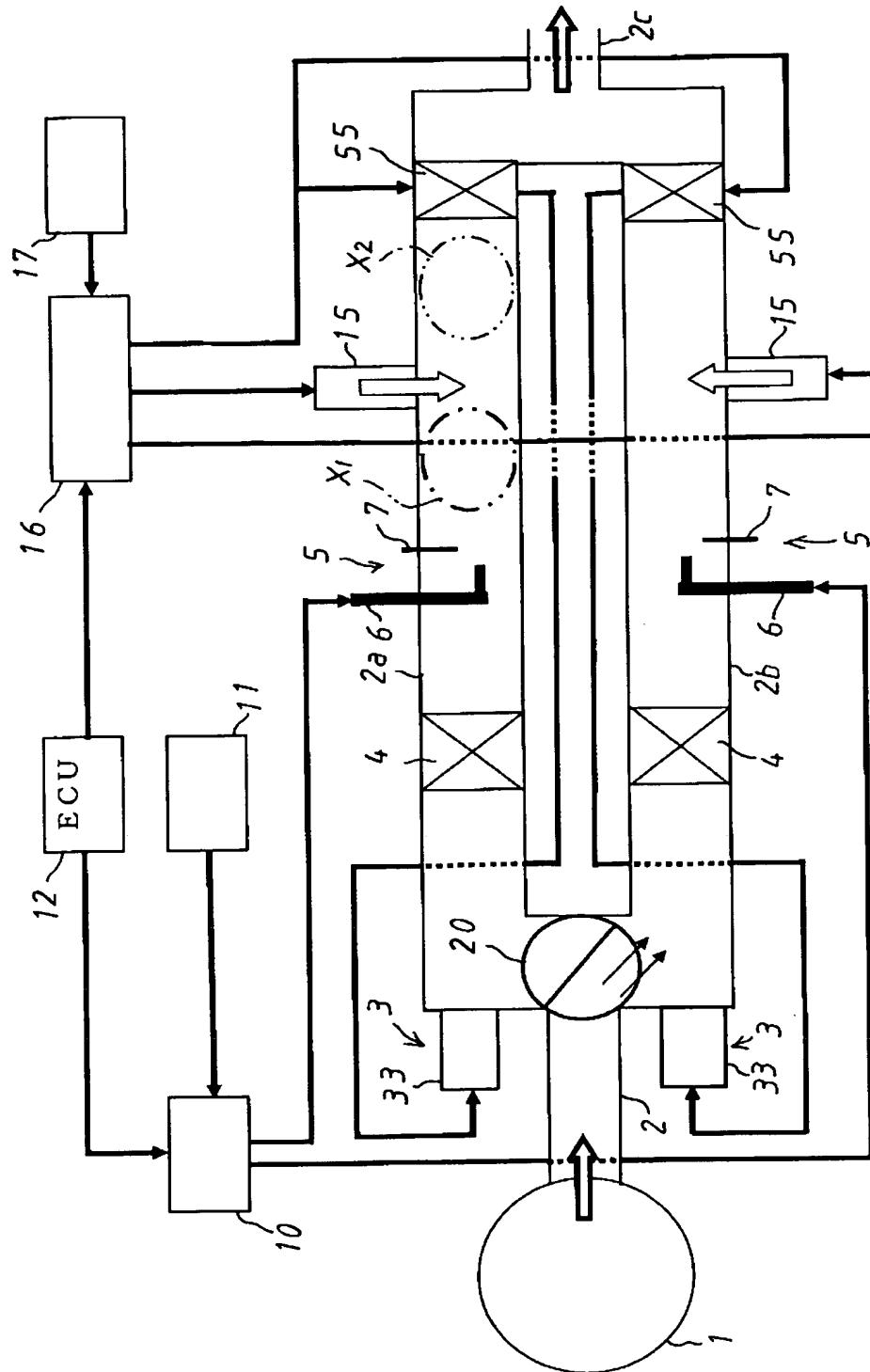


11/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図11]

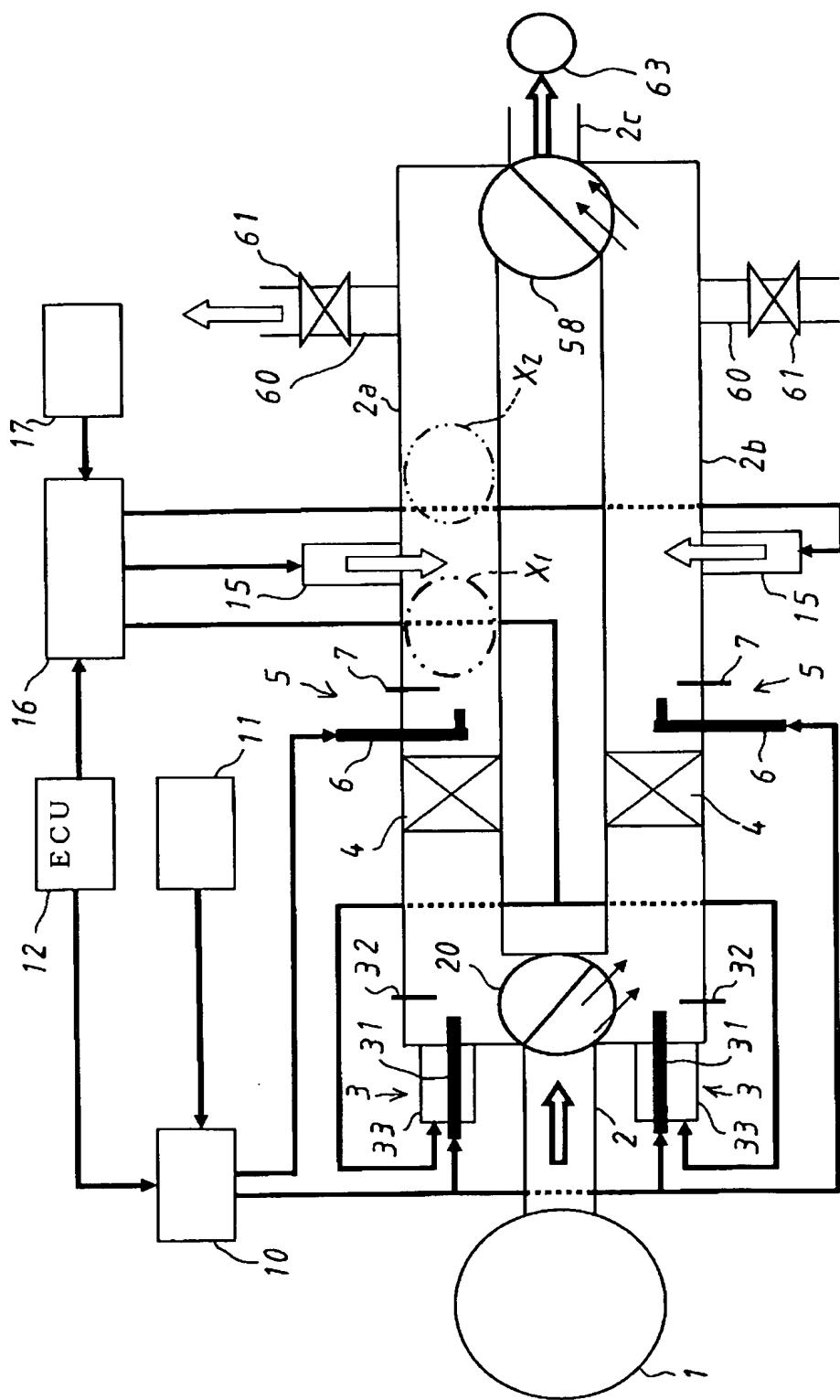


12/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図12]

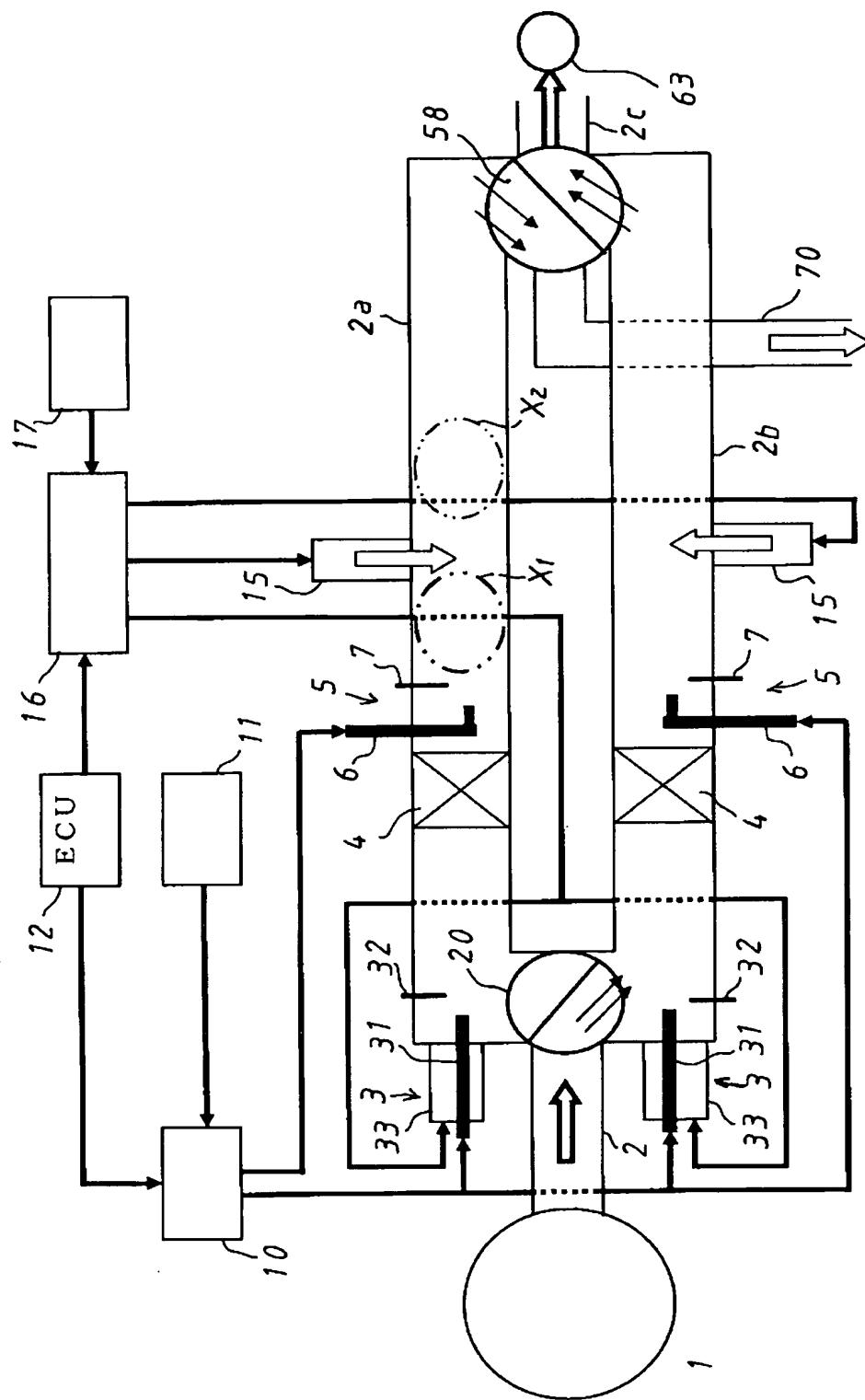


13/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図13]

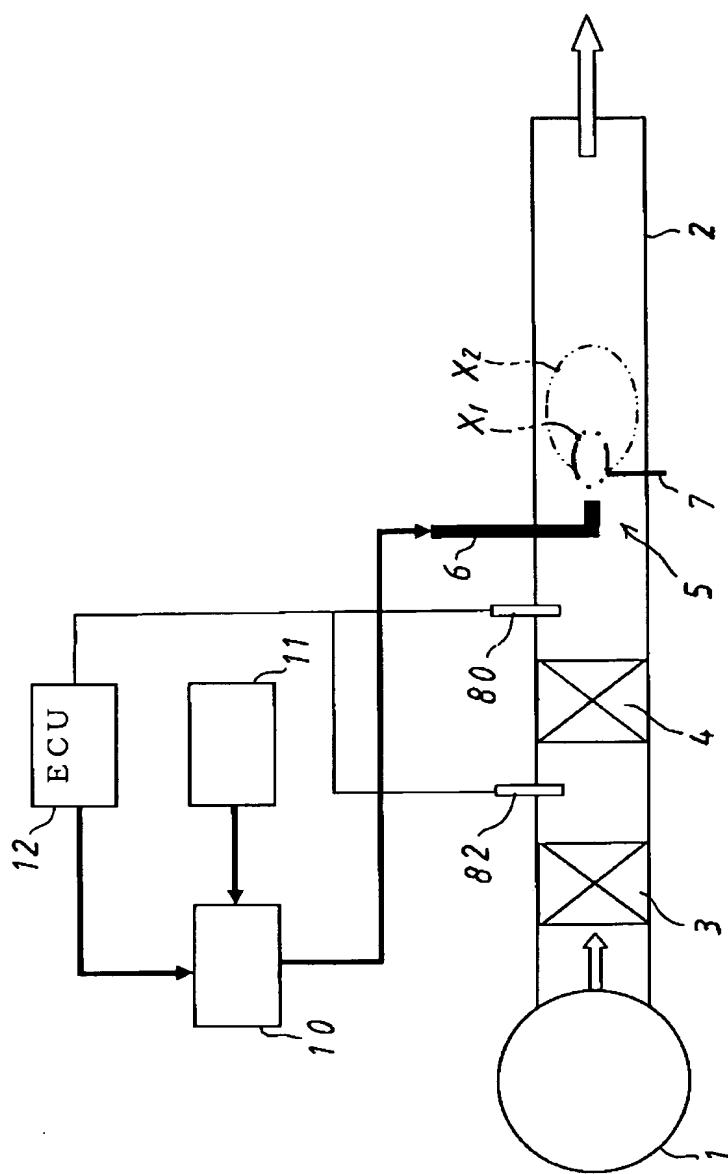


14/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図14]

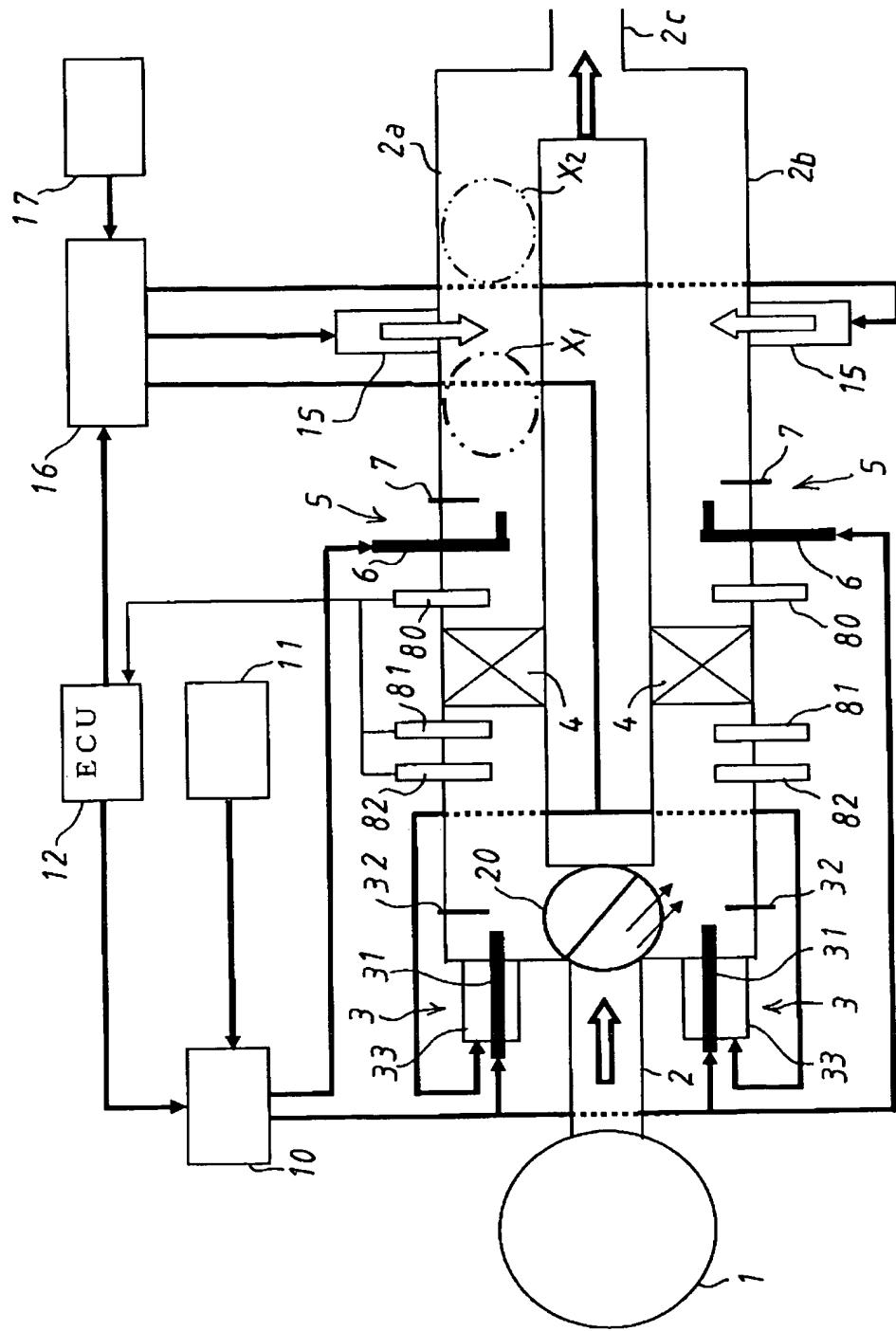


15/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図15]



16/16

WO 2005/071236

PCT/JP2005/000521

[図16]

